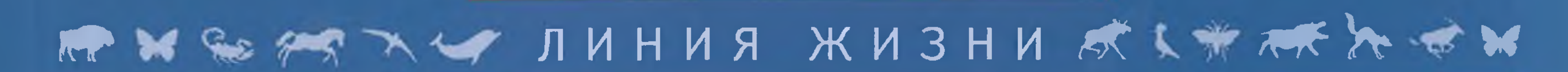
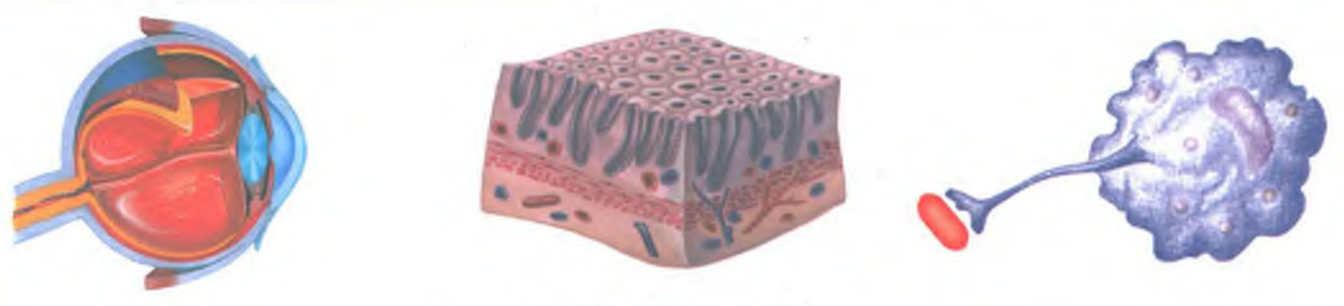
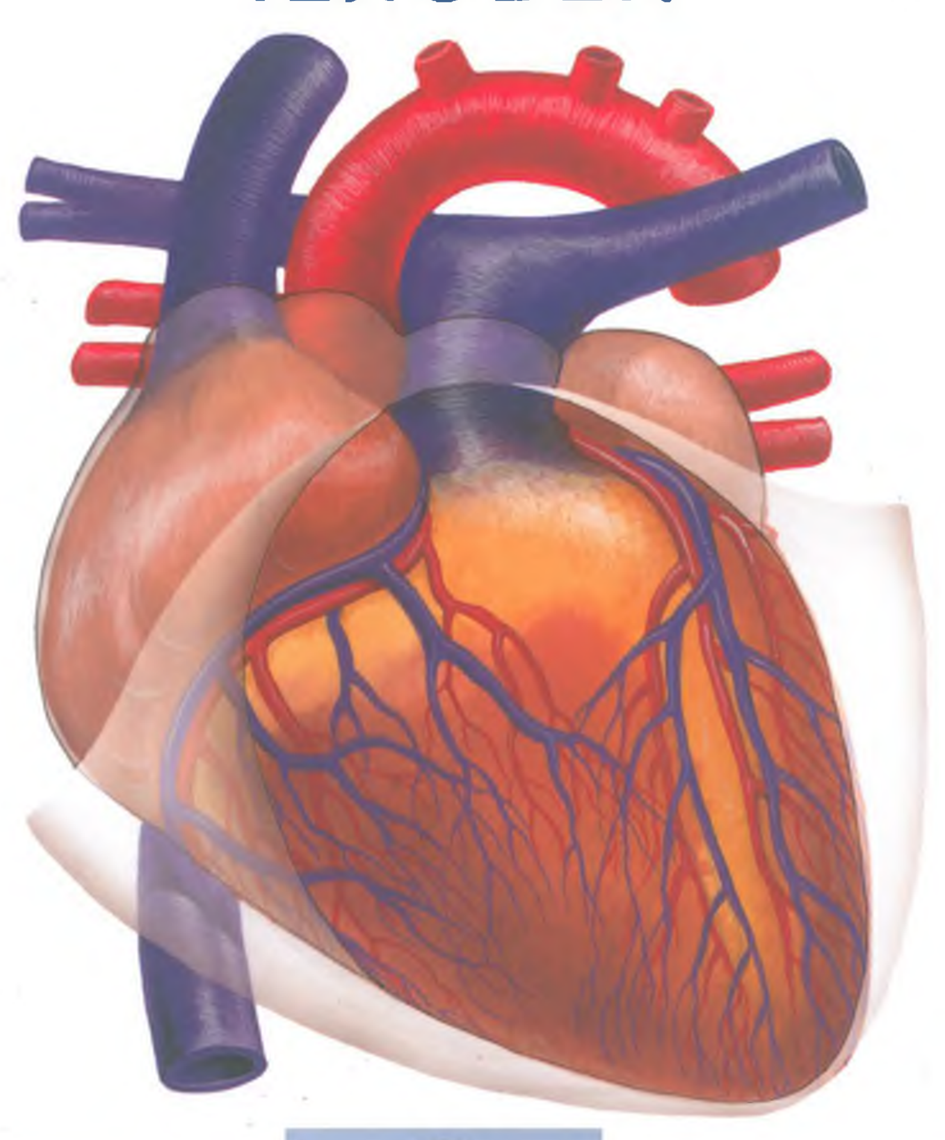
АТЛАС





БИОЛОГИЯ

ЧЕЛОВЕК





ЛИНИЯ ЖИЗНИ

С. В. Барабанов

БИОЛОГИЯ

ЧЕЛОВЕК

Пособие для учащихся

Под редакцией профессора В. Л. Быкова

Москва
«Просвещение»
2007

УДК 373. 167. 1:572
ББК 28. 70я 72
Б 24

Серия «Линия жизни» основана в 2005 г.

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР
академик РАЕН, профессор, заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии СПбГМУ В. Л. Быков

РЕЦЕНЗЕНТ
академик РАО, доктор биологических наук, почетный профессор СПбГУ А. С. Батуев

ХУДОЖНИК
Е. И. Герасимчук

Оригинал-макет подготовлен издательством «ЧеРо-на-Неве»
Художественный редактор Е. В. Дольник
Верстка С. С. Афонин, Е. В. Дольник, И. В. Курбанов
Руководитель проекта И. В. Курбанов

Барабанов С. В.
Б 24 Биология: человек : пособие для учащихся / С. В. Барабанов; под ред. В. Л. Быкова. — М. : Просвещение, 2007. — 80 с. : ил. — (Линия жизни). — ISBN 5-09-014274-2.

Серия иллюстрированных атласов для 6—9 классов создана в поддержку школьного курса биологии.

УДК 373.167.1:572
ББК 28.70я 72

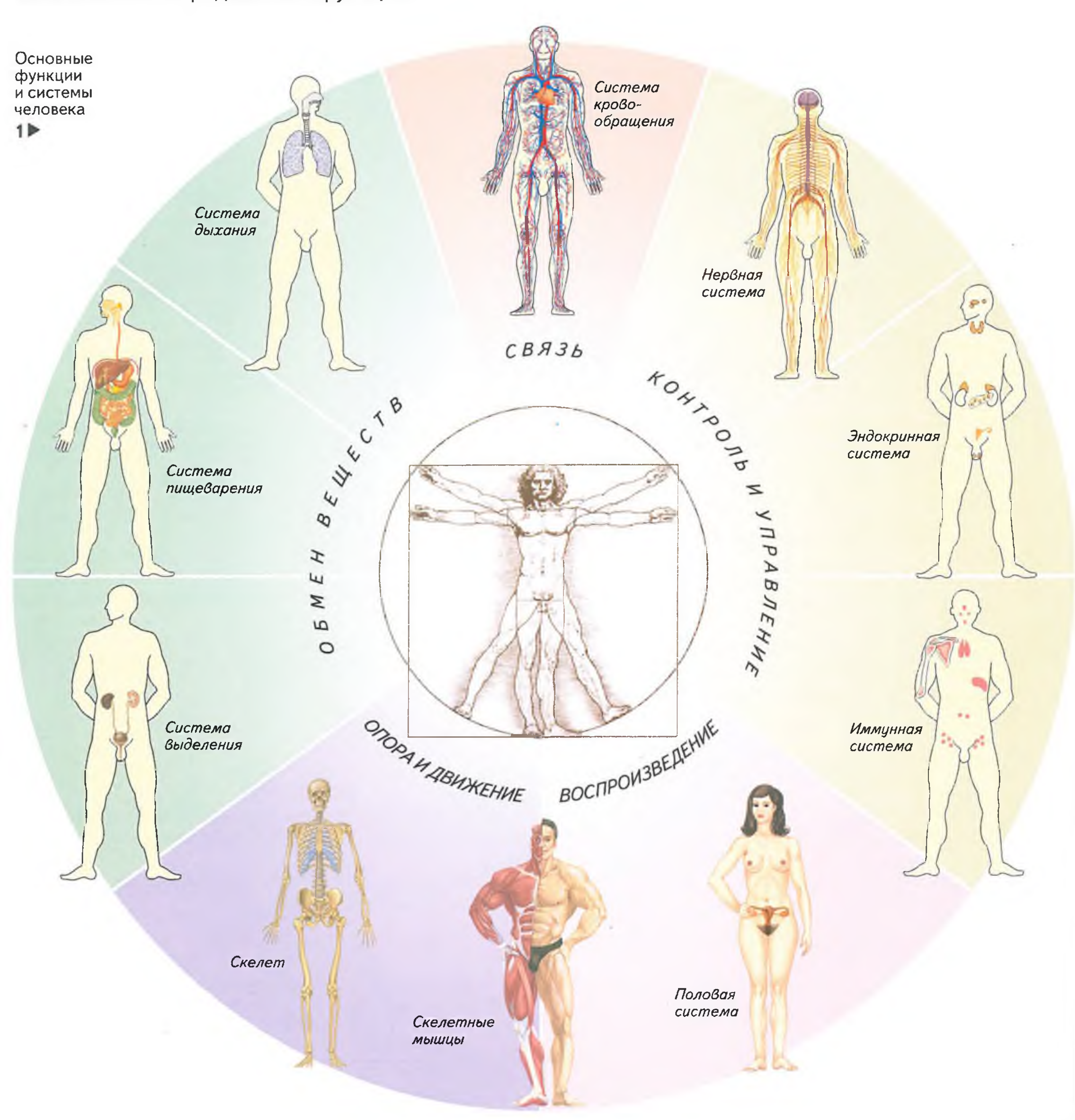
ISBN 5-09-014274-2

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Для нормальной жизни человека в его организме должны осуществляться различные процессы жизнедеятельности (например, дыхание, кровообращение и др.). Такие процессы называют физиологическими функциями. Каждая функция выполняется своей анатомической системой. Эти системы объединяют те части организма, строение которых специально приспособлено к выполнению определенной функции.

Основные функции и системы человека

1 ▶





СТРУКТУРА ОРГАНИЗМА

Материальной основой жизни являются молекулы органических веществ. Из этих молекул строятся составные части клеток. Клетки группируются в ткани, ткани — в органы, а органы — в системы, обеспечивающие выполнение различных функций организма.



СИСТЕМЫ

Каждая функция организма человека выполняется специальной системой (с. 3).

Обмен веществ между организмом и окружающей его средой осуществляют *системы дыхания, пищеварения* и *выделения*. Опору и движение обеспечивает *опорно-двигательная система*, образованная скелетом и скелетными мышцами. Деятельность *половой системы*, или системы воспроизведения (размножения), направлена на продолжение человека как биологического вида.

Особые системы организма осуществляют связь его различных частей в единое целое и согласование их работы. Так, *система кровообращения* объединяет все части организма, обеспечивая между ними постоянный обмен веществами, которые переносятся с током крови. Управление деятельностью различных клеток и целых систем, а также контроль над их состоянием осуществляют *нервная, эндокринная* и *иммунная системы*.



ОРГАНЫ

В состав каждой системы организма входят отдельные *органы*. Каждый орган характеризуется определенной формой, строением и местоположением в организме.

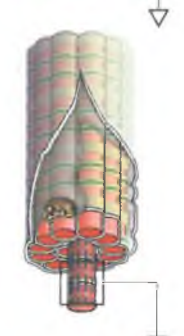
Функция какой-либо системы организма осуществляется благодаря совместной деятельности всех ее органов. При этом отдельные органы системы специализируются на выполнении различных задач. Например, в системе кровообращения сердце играет роль насоса, а кровеносные сосуды разных типов распределяют кровь между частями тела и осуществляют обмен веществами между кровью и клетками тела.



ТКАНИ

Каждый орган состоит из нескольких разновидностей «строительных материалов» — *тканей* (подобно тому, как стена дома может состоять, например, из кирпича, цемента и штукатурки). Каждая ткань имеет свое особенное строение и свойства и специализирована на выполнении определенных функций.

Различают ткани четырех основных видов: *эпителиальные, соединительные, мышечные* и *нервную*. В любом органе есть ткани всех этих видов. При этом одна из них, как правило, преобладает и определяет основную функцию органа. Так, сокращения сердца осуществляет его главная ткань — мышечная.

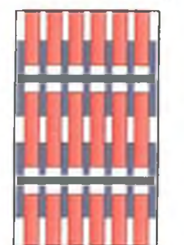


КЛЕТКИ

Клетки являются основными структурно-функциональными элементами и тканей, и всего организма. Именно клетки, главным образом, обеспечивают такие процессы жизнедеятельности, как обмен веществ, рост, воспроизведение и др.

Все клетки организма человека имеют общий план строения. Однако разновидности клеток могут сильно различаться по особенностям строения и по выполняемым функциям, как например мышечные и нервные клетки.

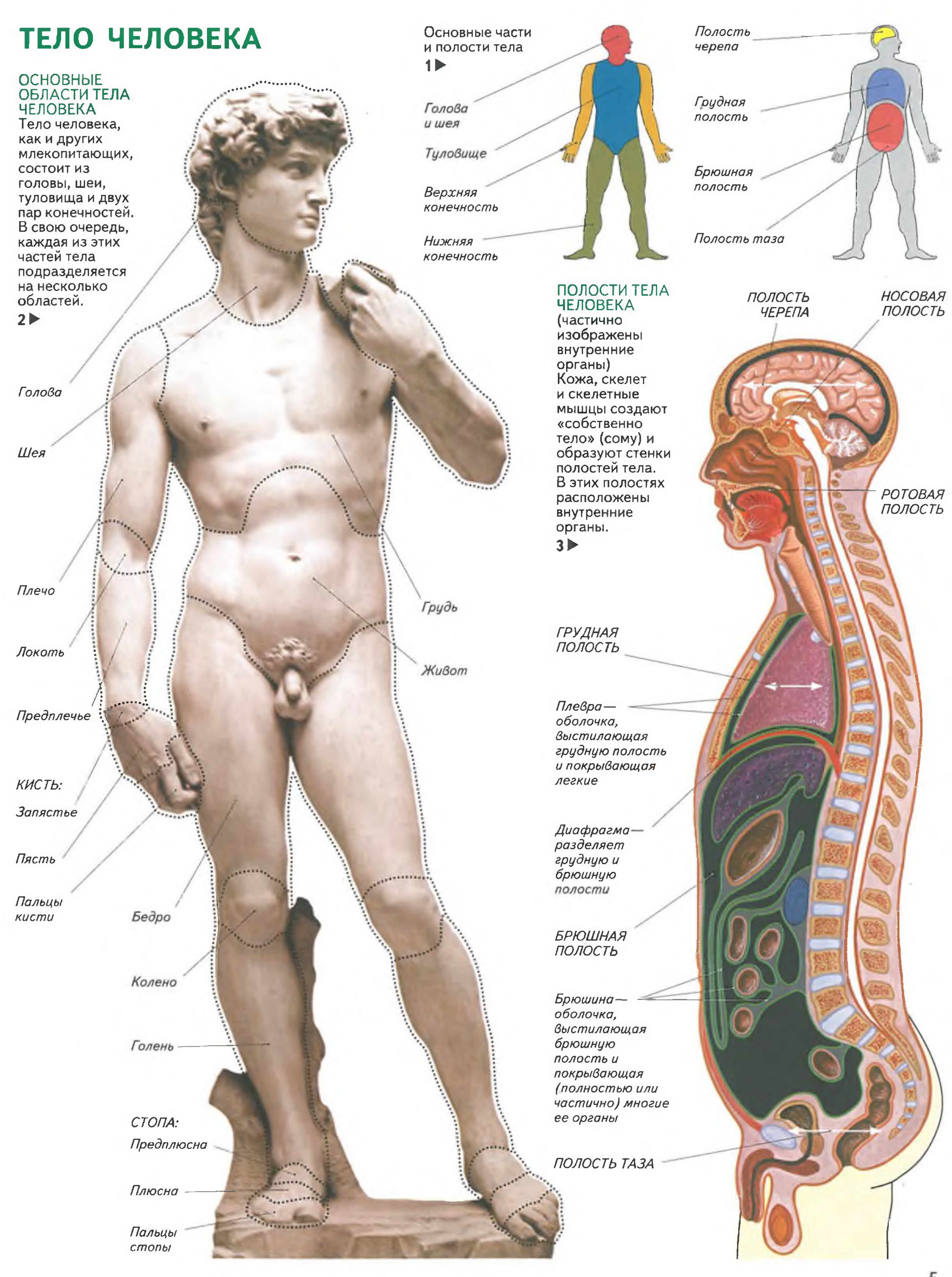
Обмен веществами между клетками внутри организма осуществляется через *межклеточное вещество*, которое составляет основную часть внутренней среды организма.



МОЛЕКУЛЫ

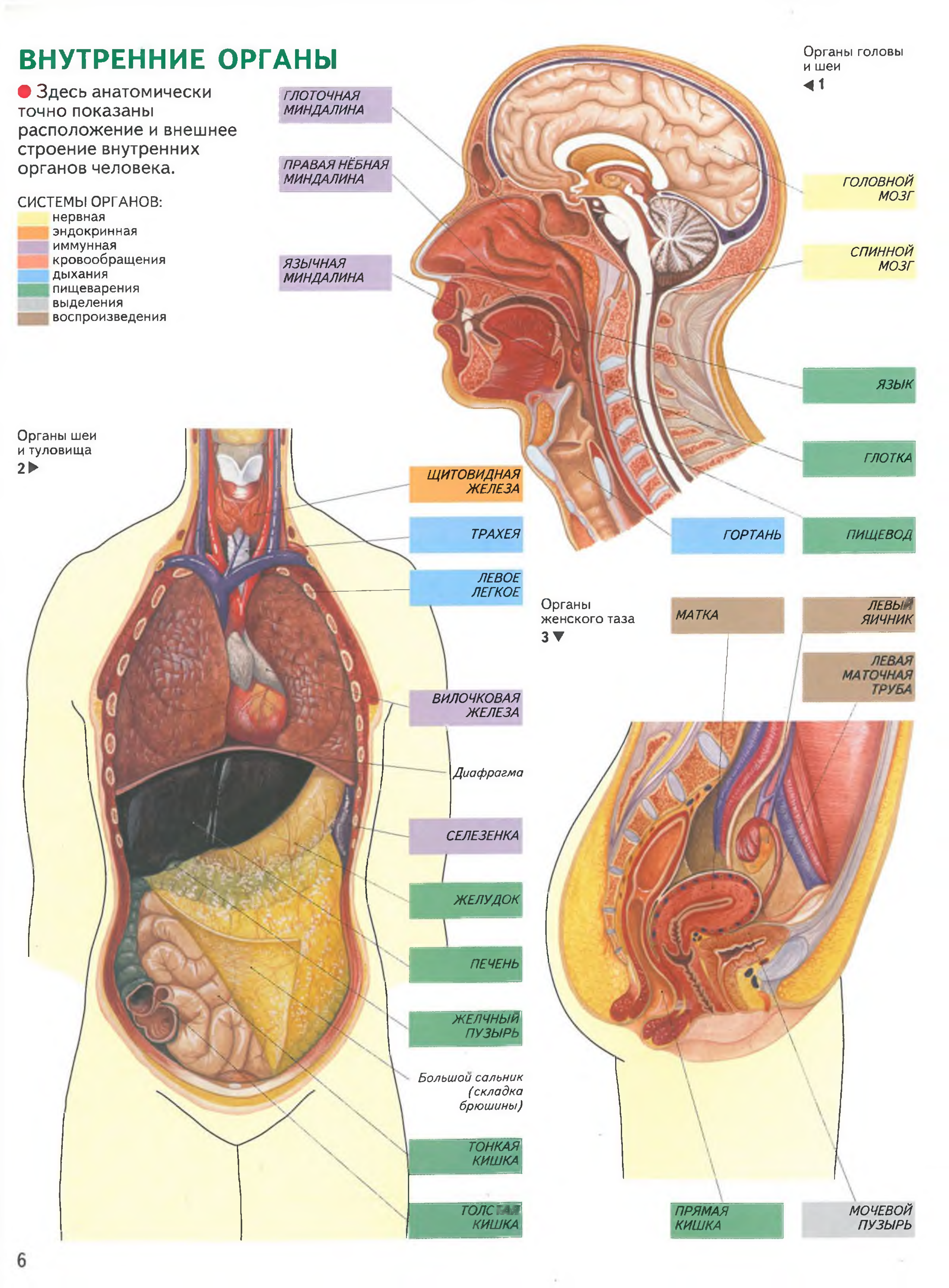
Молекулы различных органических веществ являются элементарными структурными блоками клеток и тканей. Например, сокращение мышечных клеток происходит за счет движения имеющихся в них особых нитевидных молекул.

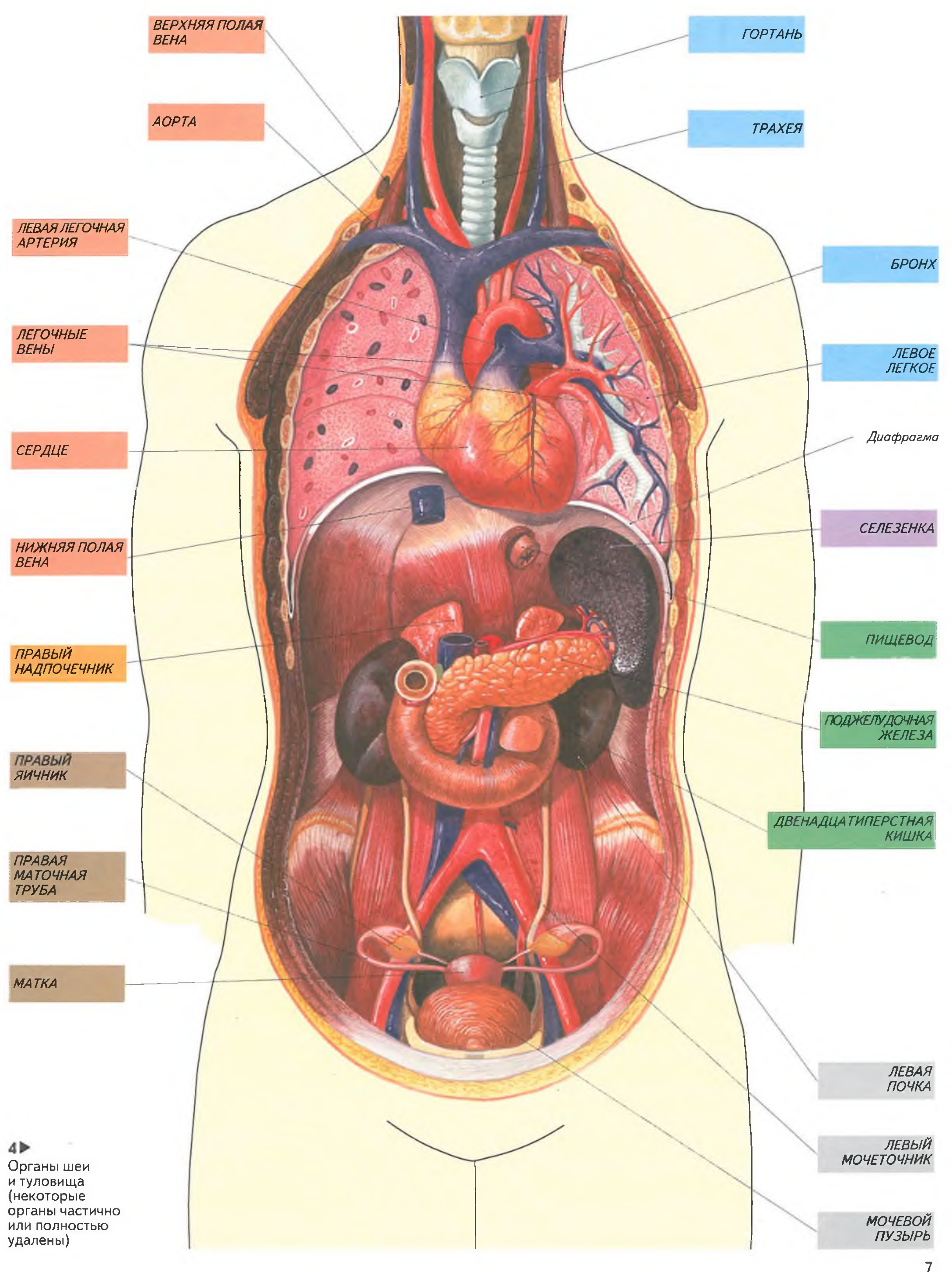
Органические молекулы используются также, как источник энергии для всех процессов жизнедеятельности организма и как средство управления его функциями.


ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА
ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА
Тело человека, как и других млекопитающих, состоит из головы, шеи, туловища и двух пар конечностей. В свою очередь, каждая из этих частей тела подразделяется на несколько областей.
2 ▶
Голова
Шея
Плечо
Локоть
Предплечье
КИСТЬ:
Запястье
Пясть
Пальцы кисти
Бедро
Колено
Голень
СТОПА:
Предплюсна
Плюсна
Пальцы стопы
Грудь
Живот
Основные части и полости тела
1 ▶
Голова и шея
Туловище
Верхняя конечность
Нижняя конечность
Полость черепа
Грудная полость
Брюшная полость
Полость таза
ПОЛОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА
(частично изображены внутренние органы)
Кожа, скелет и скелетные мышцы создают «собственно тело» (сому) и образуют стенки полостей тела. В этих полостях расположены внутренние органы.
3 ▶
ПОЛОСТЬ ЧЕРЕПА
НОСОВАЯ ПОЛОСТЬ
РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ
ГРУДНАЯ ПОЛОСТЬ
Плевра — оболочка, выстилающая грудную полость и покрывающая легкие
Диафрагма — разделяет грудную и брюшную полости
БРЮШНАЯ ПОЛОСТЬ
Брюшина — оболочка, выстилающая брюшную полость и покрывающая (полностью или частично) многие ее органы
ПОЛОСТЬ ТАЗА

ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ

Здесь анатомически точно показаны расположение и внешнее строение внутренних органов человека.



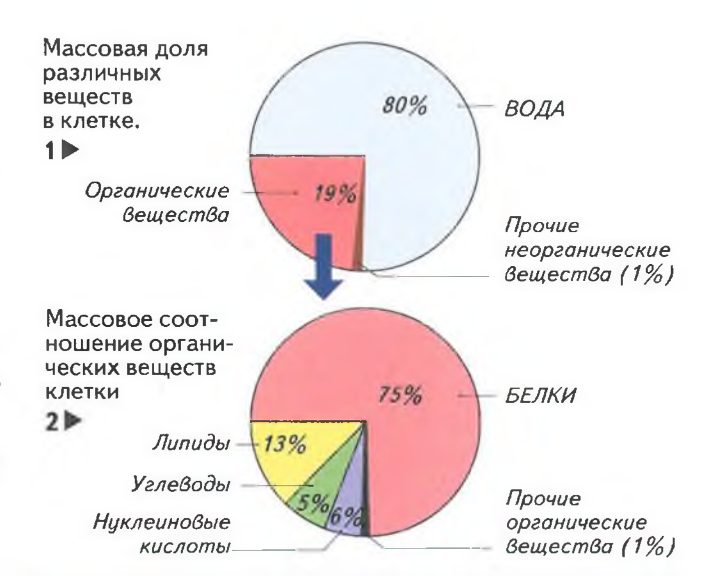


4▶ Органы шеи и туловища (некоторые органы частично или полностью удалены)

МОЛЕКУЛЫ

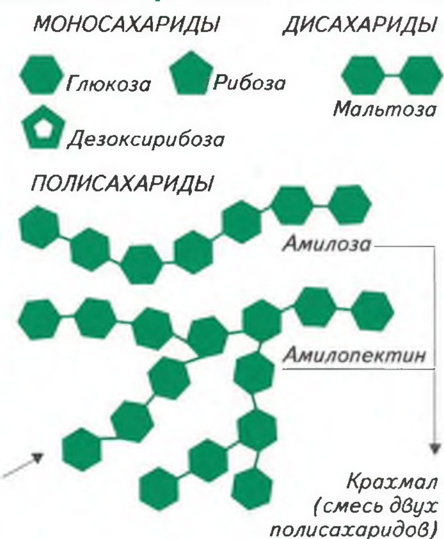
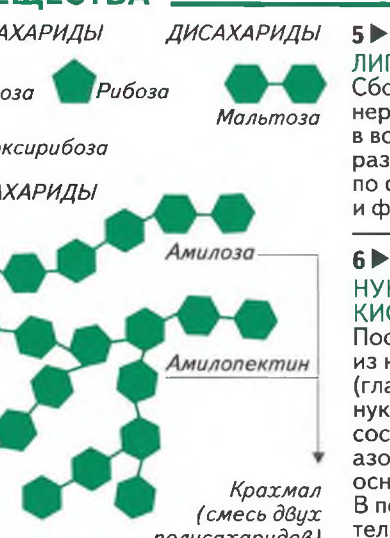
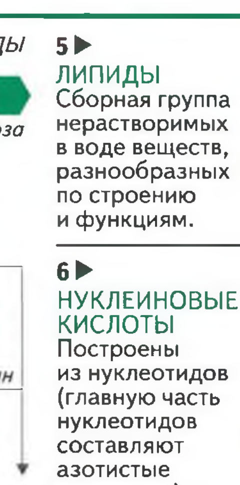
● Из химических веществ в организме больше всего воды. Благодаря растворению других веществ в воде, облегчается их перенос в организме, а также возрастает скорость реакций обмена веществ. Остальные неорганические вещества организма — это, в основном, минеральные соли натрия, калия и кальция.

● Из органических веществ для организма наибольшее значение имеют белки, углеводы, липиды и нуклеиновые кислоты. Как правило, их молекулы построены из набора структурных блоков, как из деталей конструктора. Благодаря различным сочетаниям этих блоков, достигается огромное разнообразие строения и функций органических молекул.

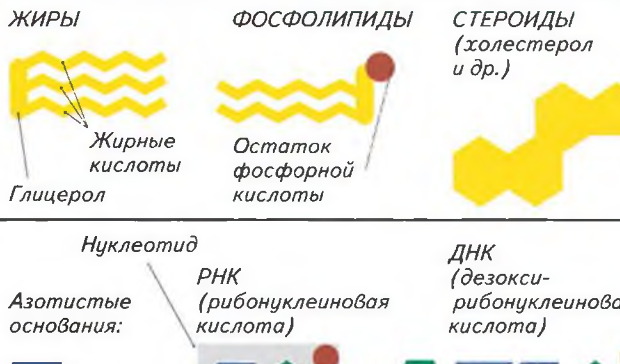


ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

3 ▶
УГЛЕВОДЫ
Небольшие углеводы (моно- и дисахариды) являются важным источником энергии, а также входят в состав других веществ. Крупные углеводы (полисахариды) используются организмом как строительный материал и как энергетический запас.

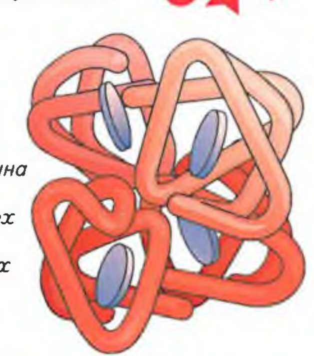
5 ▶
ЛИПИДЫ
Сборная группа нерастворимых в воде веществ, разнообразных по строению и функциям.



4 ▶
БЕЛКИ
Построены из аминокислот. Линейные цепи белка, по-разному сворачиваясь в пространстве, образуют молекулы самых разных форм. Белки выполняют множество функций, непосредственно участвуя во всех процессах жизнедеятельности.

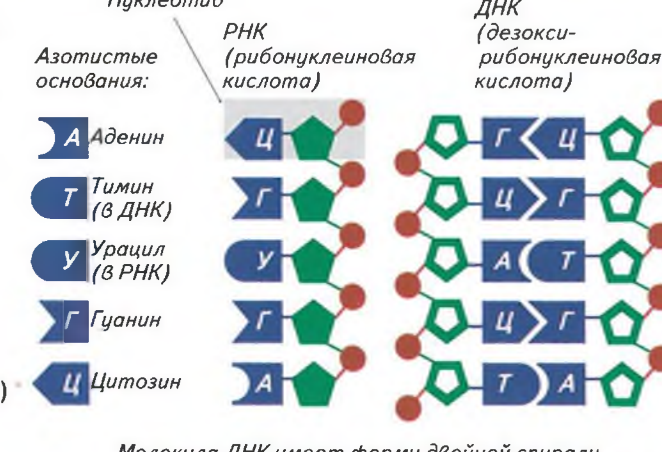
АМИНОКИСЛОТЫ (20 основных разновидностей)

Цепь молекулы белка



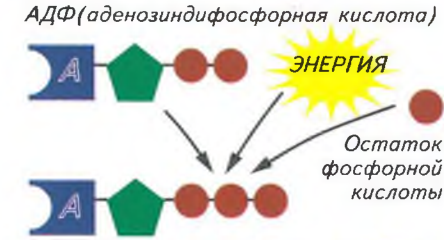
Молекула белка гемоглабина состоит из четырех аминокислотных цепей (см. с.29)

6 ▶
НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ
Построены из нуклеотидов (главную часть нуклеотидов составляют азотистые основания). В последовательности нуклеотидов молекул ДНК закодирована генетическая (наследственная) информация о строении белков. Молекулы РНК разных видов участвуют в синтезе белка.



Молекула ДНК имеет форму двойной спирали

7 ▶
АТФ
Молекула, в основе которой лежит адениловый нуклеотид. Образуется из АДФ и содержит в себе большой запас энергии, которая выделяется при распаде АТФ. Является универсальной «энергетической валютой», обеспечивая энергией все процессы жизнедеятельности организма.



ФЕРМЕНТЫ

8 ▶
По своему строению подавляющее большинство ферментов — белки. Ферменты — это биологические катализаторы, в тысячи раз ускоряющие протекание всех химических реакций в организме.
На рисунке показана реакция распада АТФ, катализируемая ферментом.



КЛЕТКИ

● В организме челове…
частями любой из них
цитоплазма и *ядро*. С…
желеобразное вещест…
«внутренние органы» …
Органеллы осуществл…
клетки. В цитоплазме …
компоненты — *включе…*
разные функции.
● Различные клетки о…
специализированы —
разных функций. Это …
в форме, в степени ра…
наличии специальных …

10 ▶
Общая схема строения типичной животной клетки

ЯДРО
Содержит…
наследст…
информац…
закодиров…
в ДНК. Яв…
главным
управляю…
центром…

ОРГАНЕЛЛЫ ЦИТОПЛАЗМЫ:

Митохондрии
В них образуется АТФ, а также происходят взаимопревращения многих веществ

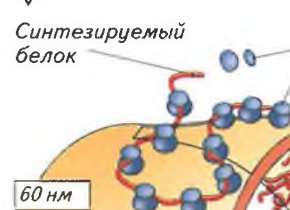
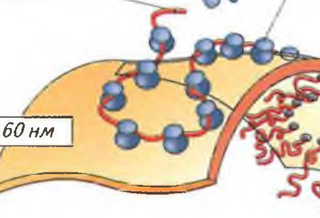
Эндоплазматическая сеть
Место образования большинства органических веществ

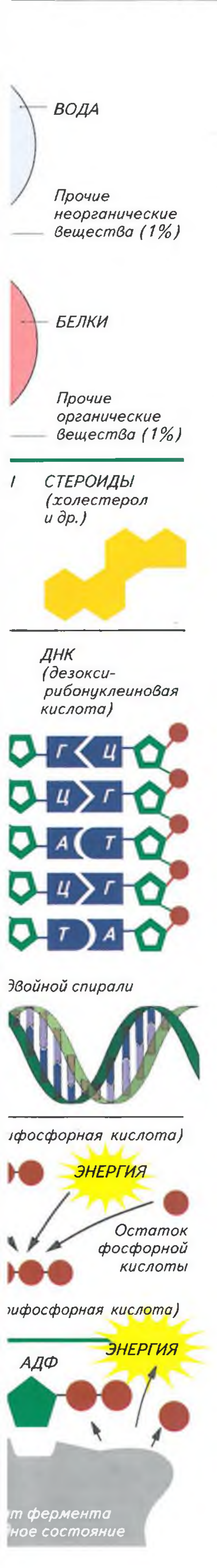
Мембранные пузырьки
Переносят вещества внутри клетки, а также в клетку и из нее

Комплекс Гольджи
Здесь завершается образование многих белков

Центриоли
Образуют микротрубочки цитоскелета. Участвуют в делении клетки

Рибосомы
Осуществляют синтез белков



КЛЕТКИ

● В организме человека — более 10^{13} клеток. Основными частями любой из них являются *наружная мембрана*, *цитоплазма* и *ядро*. Основу цитоплазмы составляет желеобразное вещество, в которое погружены «внутренние органы» клетки — *органеллы* (органоиды). Органеллы осуществляют главные жизненные функции клетки. В цитоплазме часто располагаются непостоянные компоненты — *включения*, которые могут выполнять разные функции.

● Различные клетки организма, как правило, специализированы — приспособлены к выполнению разных функций. Это проявляется в деталях их строения: в форме, в степени развития основных органелл, в наличии специальных органелл или включений.

Основные части клетки
9 ▼

Наружная мембрана

Ядро

Цитоплазма с органеллами и включениями

10 ▶ Общая схема строения типичной животной клетки

ЯДРО Содержит наследственную информацию, закодированную в ДНК. Является главным управляющим центром клетки

НАРУЖНАЯ МЕМБРАНА ▷ Играет барьерную роль. Покрыта «шубой» из углеводов. Связана с белками цитоплазмы

Белки

Углеводы

Липиды

ОРГАНЕЛЛЫ ЦИТОПЛАЗМЫ:

Митохондрии В них образуется АТФ, а также происходят взаимопревращения многих веществ

Эндоплазматическая сеть Место образования большинства органических веществ

Мембранные пузырьки Переносят вещества внутри клетки, а также в клетку и из нее

Комплекс Гольджи Здесь завершается образование многих белков

Центриоли Образуют микротрубочки цитоскелета. Участвуют в делении клетки

Рибосомы Осуществляют синтез белков
▽

Синтезируемый белок

Рибосомы

60 нм

ВКЛЮЧЕНИЯ Различаются в разных клетках по размерам и по содержимому

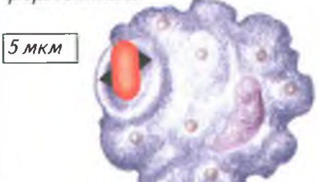
ЦИТОСКЕЛЕТ ▶ Состоит из белковых нитей и микротрубочек цитоплазмы. Является опорно-двигательным аппаратом клетки

0,3 мкм

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ КЛЕТОК

Примеры клеток организма человека, приспособленных к выполнению различных функций
11 ▼

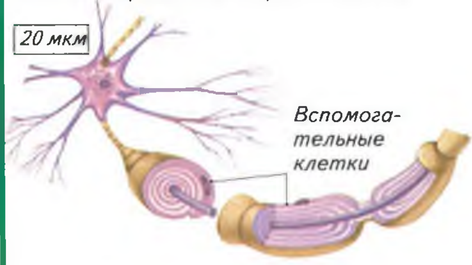
ФАГОЦИТЫ («клетки-пожиратели») могут захватывать и переваривать разные частицы; имеют много пузырьков с разрушающими ферментами



МУЖСКИЕ ПОЛОВЫЕ КЛЕТКИ имеют подвижный жгутик, благодаря которому они могут перемещаться



НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ передают информацию по своим отросткам, длина которых может превышать 1 м



ВСАСЫВАЮЩИЕ КЛЕТКИ ТОНКОЙ КИШКИ имеют микроворсинки — выросты, увеличивающие площадь внутренней поверхности кишки



ЭРИТРОЦИТЫ (красные кровяные тельца) лишены ядра и заполнены включениями гемоглобина — белка, переносящего кислород



МЫШЕЧНЫЕ КЛЕТКИ СЕРДЦА содержат очень много белков цитоскелета, обеспечивающих сокращение этих клеток



ТКАНИ

● По строению, происхождению и функциям различают четыре основные вида тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервную. В каждом органе представлены ткани всех этих видов.



1 ▶ Различные виды тканей в стенке тонкой кишки

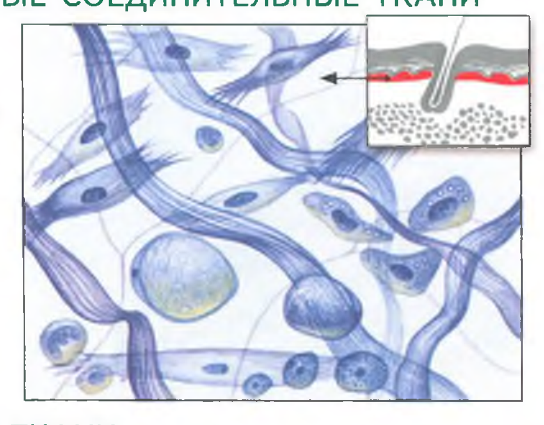


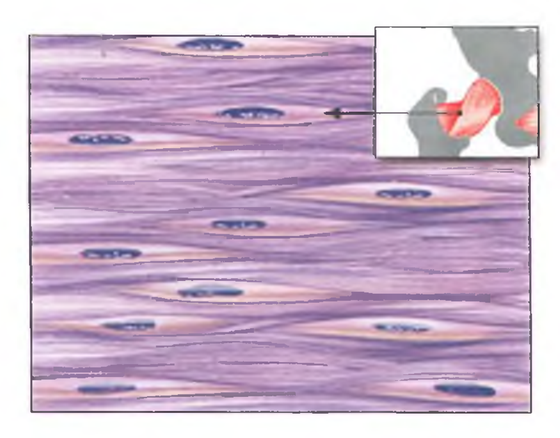
СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

● Для этих тканей типично сильно развитое межклеточное вещество. От его свойств во многом зависят механические свойства многочисленных разновидностей соединительных тканей, общая функция которых — объединение и питание всех других тканей и органов, создание для них опоры и защиты.

ВОЛОКНИСТЫЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

2 ▶ **Рыхлая волокнистая соединительная ткань** присутствует во всех органах, объединяя их элементы.

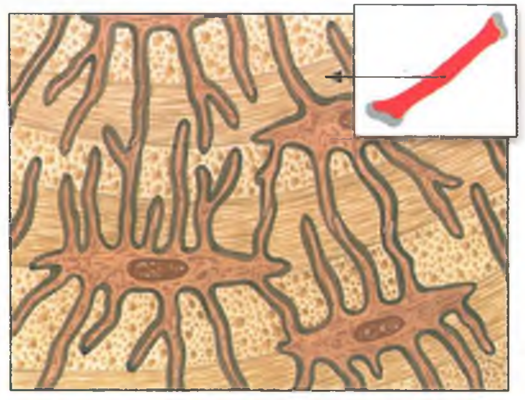




◀ 3 **Плотная волокнистая соединительная ткань** образует сухожилия мышц, связки, наружные оболочки органов. Плотное расположение белковых волокон придает ей большую прочность.

СКЕЛЕТНЫЕ ТКАНИ

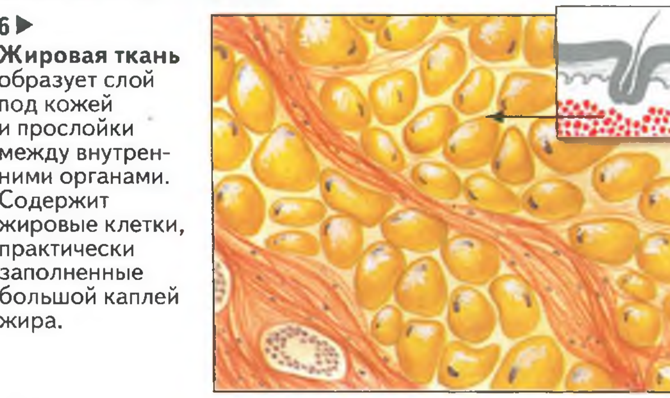
4 ▶ **Костная ткань.** Ее межклеточное вещество твердое за счет отложения кристаллов солей кальция.



◀ 5 **Хрящевая ткань** обладает высокой упругостью.

ЖИРОВАЯ ТКАНЬ

6 ▶ **Жировая ткань** образует слой под кожей и прослойки между внутренними органами. Содержит жировые клетки, практически заполненные большой каплей жира.



КРОВЬ И ЛИМФА

◀ 7 **Кровь и лимфа** имеют жидкое межклеточное вещество (плазму). Поэтому они могут двигаться по сосудам, перенося вещества между различными участками организма.

ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ Т

● В эпителиях почти н
а клетки расположень
с другом. К лежащей
прикрепляются базал
пластинкой, содержа
● Различают покровн
и многослойные), осн
барьерная, и железис
секреторную функци

ОДНОСЛОЙНЫЕ ЭПИ

9 ▶ Стенка кровеносного капилляра



10 ▶ Почечный каналец



11 ▶ Слизистая оболочка трахеи



ЖЕЛЕЗЫ

● Это органы, их части
или отдельные клетки
основная функция
которых — образован
и выделение (секреци
определенных вещест
Железы внешней секр
(экзокринные) выводя
вещества во внешнюю
среду: на поверхность
тела или в просвет
полых органов. Желез
внутренней секреции
(эндокринные) выделя
вещества (гормоны)
во внутреннюю среду
в кровь.

15 ▶ Схема строения железы внешней секреции





ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ ТКАНИ — в составе слизистой оболочки кишки, внутренней оболочки кровеносных сосудов

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ — прослойки между другими тканями, кровь, лимфа

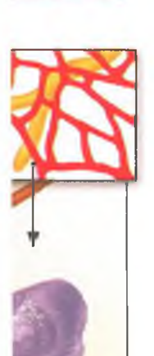
АЯ
ЧНАЯ
—
ная
ка кишки



◀3
Плотная волокнистая соединительная ткань образует сухожилия мышц, связки, наружные оболочки органов. Плотное расположение белковых волокон придает ей большую прочность.



◀5
Хрящевая ткань обладает высокой упругостью.



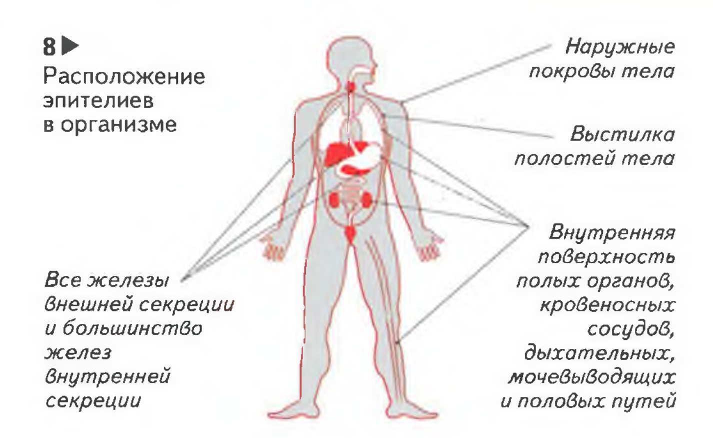
◀7
Кровь и лимфа имеют жидкое межклеточное вещество (плазму). Поэтому они могут двигаться по сосудам, перенося вещества между различными участками организма.

ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ ТКАНИ (ЭПИТЕЛИИ)

● В эпителиях почти нет межклеточного вещества, а клетки расположены тесно и прочно соединены друг с другом. К лежащей под ними ткани эпителии прочно прикрепляются базальной мембраной — плотной пластинкой, содержащей белковые волокна.

● Различают покровные эпителии (однослойные и многослойные), основная функция которых — барьерная, и железистые эпителии, осуществляющие секреторную функцию.

8▶
Расположение эпителиев в организме

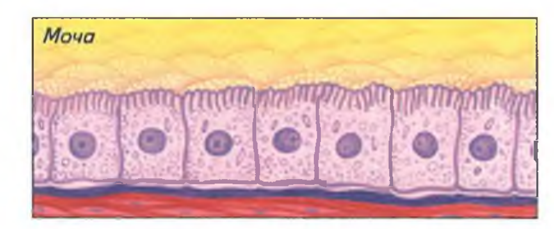


ОДНОСЛОЙНЫЕ ЭПИТЕЛИИ

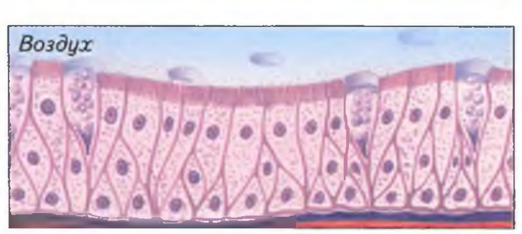
9▶
Стенка кровеносного капилляра



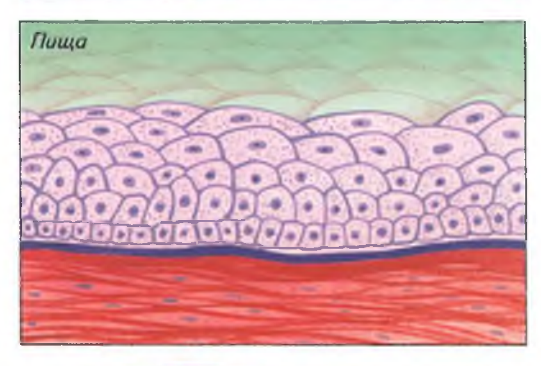
10▶
Почечный каналец



11▶
Слизистая оболочка трахеи



МНОГОСЛОЙНЫЕ ЭПИТЕЛИИ



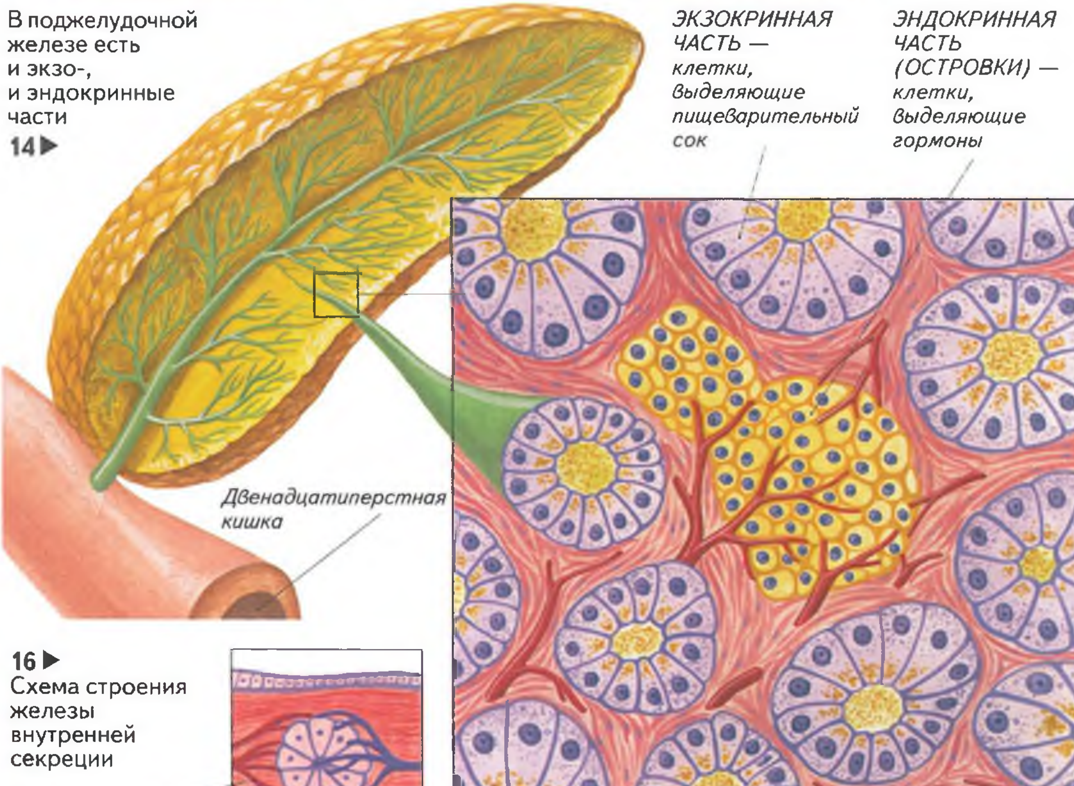
◀12
Наружный слой кожи

◀13
Слизистая оболочка пищевода

ЖЕЛЕЗЫ

● Это органы, их части или отдельные клетки, основная функция которых — образование и выделение (секреция) определенных веществ. Железы внешней секреции (экзокринные) выводят вещества во внешнюю среду: на поверхность тела или в просвет полых органов. Железы внутренней секреции (эндокринные) выделяют вещества (гормоны) во внутреннюю среду — в кровь.

В поджелудочной железе есть и экзо-, и эндокринные части
14▶



15▶
Схема строения железы внешней секреции



16▶
Схема строения железы внутренней секреции

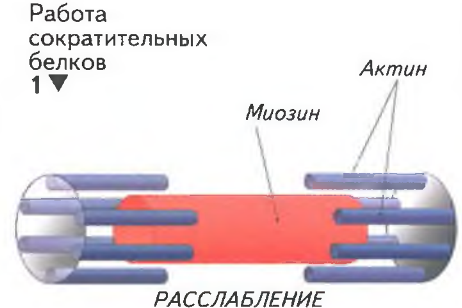
Кровеносные капилляры

МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ

● Основное свойство этих тканей — сократимость. Это свойство обеспечивается сократительными белками цитоскелета — актином и миозином.

● Различают гладкую, сердечную и скелетную мышечные ткани. Две последние называют поперечнополосатыми, потому что в них сократительные белки упорядочены так, что под микроскопом мышечные волокна выглядят исчерченными.

Работа сократительных белков
1 ▼

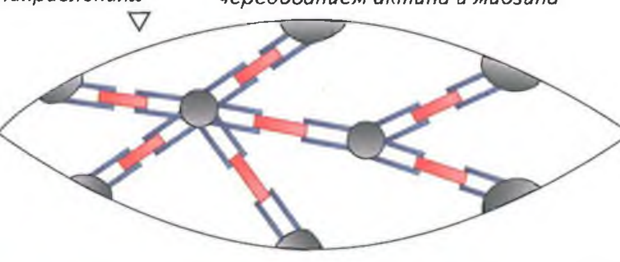


Сократительные белки в разных мышечных тканях
2 ▼



△ *ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ*
Сократительные белки собраны в пучки (миофибриллы) и уложены вдоль одной оси с чередованием актина и миозина

ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ
Сократительные белки расположены в разных направлениях
▽

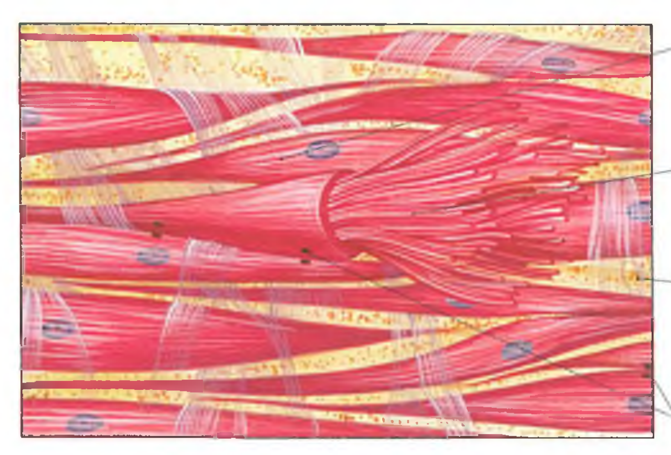


ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Расположена во многих органах; обеспечивает продвижение пищи по желудочно-кишечному тракту, мочеиспускание, сужение бронхов и кровеносных сосудов, а также другие функции. Гладкомышечные клетки имеют вытянутую форму и обычно объединяются друг с другом в пучки.
3



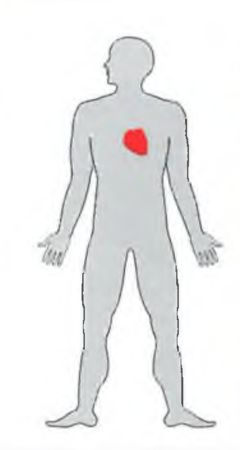




СЕРДЕЧНАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Образует сердечную мышцу — «двигатель» кровообращения. Клетки этой ткани объединены в разветвленные, взаимосвязанные волокна. Благодаря такому строению сердечная мышца сокращается как единое целое, что очень важно для нормальной работы сердца.
4





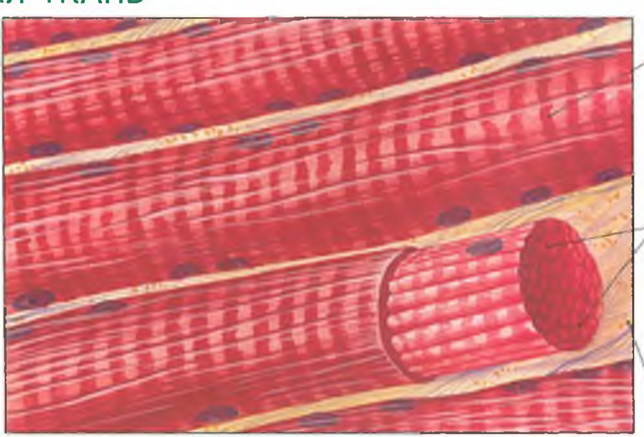


СКЕЛЕТНАЯ (СОМАТИЧЕСКАЯ) МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Составляет основу скелетных мышц, обеспечивая движения тела, а также дыхание и ряд других функций. Содержит длинные (до 10 см и более) мышечные волокна, образованные путем слияния отдельных клеток. Эти волокна изолированы друг от друга и могут сокращаться порознь. Поэтому сила сокращения скелетных мышц может плавно регулироваться за счет изменения числа волокон, включенных в сокращение.
5





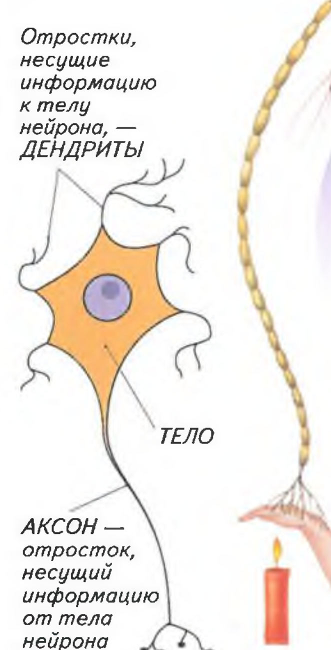


НЕРВНАЯ ТКАНЬ

● Эта ткань образует нервную систему и обеспечивает нервн регуляцию функций организма. Она содер два основных типа кл нервные клетки (нейр и клетки нейроглии.

НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ

осуществляют прием, обработку и передачу информации. Нейрон состоит из тела и отростков.
7 ▼

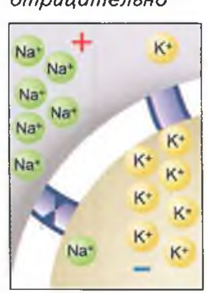


ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ И

ВОЗБУЖДЕНИЕ

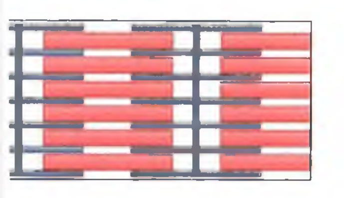
По отросткам нейронов инф электрических импульсов во и кратковременных изменен наружной мембраны клетки
10 ▼

В покое мембрана нейрона заряжена снаружи положительно, а внутри — отрицательно

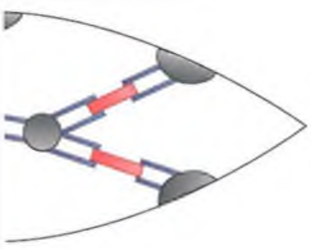


При возб в нейрон ионы Na мембран изменяе противо





ЮПОЛОСАТАЯ
АЯ ТКАНЬ
ельные белки
пучки (миофибриллы)
вдоль одной оси с
ием актина и миозина



Гладкомышечная клетка

Нити сократительных белков

Прослойки соединительной ткани

Межклеточные соединения

Пучки сократительных белков (миофибриллы)

Межклеточные соединения

Прослойки соединительной ткани

Клетка сердечной мышечной ткани

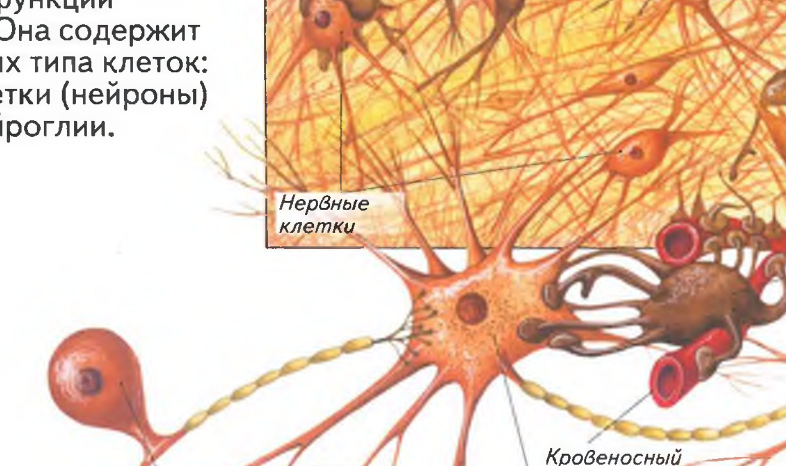
Волокно скелетной мышечной ткани

Пучки сократительных белков (миофибриллы)

Прослойки соединительной ткани

НЕРВНАЯ ТКАНЬ

● Эта ткань образует нервную систему и обеспечивает нервную регуляцию функций организма. Она содержит два основных типа клеток: нервные клетки (нейроны) и клетки нейроглии.



НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ осуществляют прием, обработку и передачу информации. Нейрон состоит из тела и отростков.
7 ▼

Отростки, несущие информацию к телу нейрона, — ДЕНДРИТЫ

ТЕЛО

АКСОН — отросток, несущий информацию от тела нейрона

Кровеносный капилляр

ВСТАВОЧНЫЕ НЕЙРОНЫ составляют около 99% всех нервных клеток и обеспечивают обработку информации

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ осуществляют прием информации

◀8▶ Функциональные типы нейронов

ДВИГАТЕЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ передают сигналы к исполнительным органам

КЛЕТКИ НЕЙРОГЛИИ обеспечивают опору и питание нейронов. Они также участвуют в образовании нервных волокон.
9 ▼

Толстая миелиновая оболочка из мембраны клеток нейроглии

◁ *МИЕЛИНОВОЕ ВОЛОКНО*

БЕЗМИЕЛИНОВОЕ ВОЛОКНО ▽

Клетки нейроглии

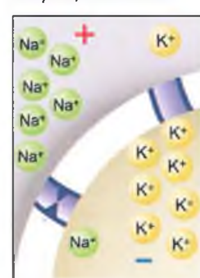
Отростки нейронов

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

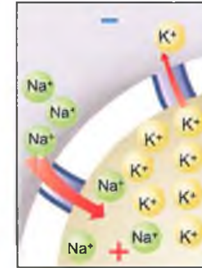
ВОЗБУЖДЕНИЕ

По отросткам нейронов информация передается в виде электрических импульсов возбуждения — быстрых и кратковременных изменений электрического заряда наружной мембраны клетки.
10 ▼

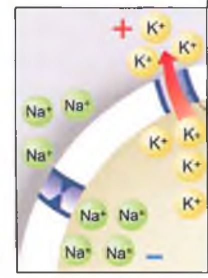
В покое мембрана нейрона заряжена снаружи положительно, а внутри — отрицательно



При возбуждении в нейрон входят ионы Na^+, и заряд мембраны изменяется на противоположный.



Потом из нейрона выходят ионы K^+, и заряд мембраны восстанавливается, а возбуждение охватывает соседний участок мембраны



Наружная мембрана нейрона



Пузырьки с медиатором

СИНАПСЫ

Передача информации от нейрона к нейрону или к другой клетке осуществляется химическими веществами (медиаторами) через особые межклеточные соединения — синапсы.
11 ▼

Молекулы медиатора хранятся в окончании аксона в специальных пузырьках



При возбуждении аксона медиатор выходит из пузырьков и действует на клетку, с которой контактирует нейрон



Потом медиатор разрушается, и передача информации прекращается



РЕГУЛЯЦИЯ

ЧТО ТАКОЕ РЕГУЛЯЦИЯ?

Работой отдельных клеток и целых органов необходимо управлять, приспосабливая ее к конкретным задачам, стоящим перед организмом. Например, во время бега нужно усилить деятельность скелетных мышц, а также сердца и легких, а после приема пищи — деятельность органов пищеварения. Такое управление ходом различных процессов жизнедеятельности называют *регуляцией.*

В процессе регуляции различают *эффектор* — рабочий орган, который собственно и производит требуемые изменения состояния организма, и *регулятор* — орган, который управляет работой эффектора. Например, когда человек поднимает груз, эффектором являются скелетные мышцы, а регулятором — нервная система. Эффектор производит энергию для осуществления какой-либо деятельности (так, мышца передает энергию грузу), а регулятор сообщает информацию о том, как эту деятельность надо осуществлять.

Силовое и управляющее воздействия — почувствуйте разницу!
1 ▼

Деятельность эффектора называют *силовым воздействием*, а влияние регулятора на эффектор — *управляющим воздействием*. Принципиальное отличие управляющего воздействия от силового легко понять, сравнивая, к примеру, содержание фраз «управлять автомобилем» и «двигать автомобиль». Та же мысль нашла свое отражение на рисунке1.

Управляющее воздействие — «изюминка» регуляции. Перенося информацию, но будучи практически «невесомым» в смысле переноса энергии, оно может приводить в движение, или, наоборот, останавливать значительные силы. Вспомните, как в поэме А. С. Пушкина шведский король начал битву при Полтаве: «Вдруг слабым манием руки на русских двинул он полки». А теперь сравните эти строки с таким определением: «Регуляция — это влияние информации на поток энергии».



БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

В регуляции процессов жизнедеятельности исключительная роль принадлежит *биологически активным веществам.* Эти вещества не используются организмом ни как строительный материал, ни как источник энергии. Функция их — регулирующая: они оказывают управляющие воздействия на молекулы и клетки, изменяя протекание различных процессов, но не изменяясь при этом сами. Среди огромного разнообразия биологически активных веществ ведущую роль играют ферменты, витамины, гормоны, а также медиаторы нервной системы (рис.2).

Ферменты регулируют скорость химических реакций в организме, непосредственно воздействуя на молекулы реагирующих веществ. Без прямого участия ферментов не обходится ни один (!) процесс жизнедеятельности, и они являются ключевым звеном регуляции этих процессов. Подавляющее большинство других биологически активных веществ оказывает свое действие, регулируя активность тех или иных ферментов.

Способы действия основных типов биологически активных веществ
2 ▼

Витамины — это биологически активные органические вещества, которые не образуются в организме, но необходимы для его жизнедеятельности и поэтому должны поступать в организм с пищей. Почти все витамины так или иначе требуются для нормальной работы различных ферментов. Например, витамин B_1 входит в состав нескольких ферментов, регулирующих обмен углеводов, а витамин А участвует в работе ферментов, обеспечивающих реакцию светочувствительных клеток глаза на воздействие света.

Гормоны образуются в специализированных *эндокринных клетках*, откуда поступают в кровь и разносятся по организму. Большинство гормонов производят свое действие, регулируя активность тех или иных ферментов.

Медиаторы нервной системы образуются в нервных клетках и хранятся в окончаниях их аксонов — там, где имеются синапсы (см. рис.10 на с.13). Под влиянием электрических импульсов, распространяющихся по аксону, медиатор выделяется из его окончания и действует на ту клетку, с которой нейрон образует синапс. Медиаторы могут изменять проницаемость клеточных мембран для ионов, а также, подобно гормонам, регулировать активность ферментов клетки.

ДВА МЕХАНИЗМА

В организме человека
и гуморальный.

Нервная регуляция о
и медиаторов, выделя
механизма регуляции яв
одной конкретной клет

Единственный источник
деятельностью внутре
регулятором сокращен
среды; 3) обеспечивает

Гуморальная регуляция
во внутренней среде о
желез — гормоны. Гу
одновременно на множ

Основной системой гум
совокупность всех жел
в регуляции процессов

Гуморальный механизм
осуществляет контрол
чужеродную генетичес
микроорганизмов).

Совместная работа всех
деятельность различны

ОБЩАЯ СХЕМА Р

Работа всех регулирую
управляющее воздейст
изменяется какой-либо
органы нервной, эндок

Для эффективного у
цию о результатах сво
Чтобы понять, что тако
для достижения резул
нарисовать что-нибудь
ной мозг (регулятор)
появляется на бумаге
возможности поправи
(эффектор). Чем боле
хуже он получится.

Различают две осн
отрицательную и полож

При *отрицательной* о
регулируемого парамет
величине. Например, е
глюкозы, то усиливает
способствует переход
содержание глюкозы
концентрации глюкоз
инсулина, и уровень
примера видно, что отр
поддержания каких-ли

В случае *положительн*
отклонение регулируем
действия регулятора, н
отклонения (до некот
самоусиливающийся
обратная связь задей
либо быстрого и сил
в случае опасности п
секреция адреналина -
организм к борьбе или
эффектов, повышает ак
большему усилению се
положительной обратно
лина в крови резко уве

ДВА МЕХАНИЗМА РЕГУЛЯЦИИ И ТРИ РЕГУЛИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ

В организме человека реализуются два основных механизма регуляции функций органов: нервный и гуморальный.

Нервная регуляция осуществляется нервными клетками посредством электрических импульсов и медиаторов, выделяющихся под влиянием этих импульсов. Основными особенностями нервного механизма регуляции являются его быстрота и точность: управляющее воздействие может быть адресовано одной конкретной клетке, а распространяться к ней со скоростью свыше 100 м/с.

Единственный источник нервной регуляции в организме — *нервная система*. Помимо участия в управлении деятельностью внутренних органов, она имеет ряд уникальных функций: 1) является единственным регулятором сокращения скелетных мышц; 2) осуществляет прием информации из окружающей человека среды; 3) обеспечивает протекание психических процессов.

Гуморальная регуляция осуществляется биологически активными веществами, которые распространяются во внутренней среде организма. Особое место среди таких веществ занимают продукты эндокринных желез — гормоны. Гуморальная регуляция осуществляется медленнее, чем нервная, и направлена одновременно на множество клеток.

Основной системой гуморальной регуляции на уровне целого организма является *эндокринная система* — совокупность всех желез внутренней секреции организма. Эндокринная система играет важную роль в регуляции процессов обмена веществ, роста и развития клеток и органов.

Гуморальный механизм регуляции занимает важное место и в работе *иммунной системы*. Эта система осуществляет контроль над всем организмом, выявляя и уничтожая молекулы и клетки, несущие чужеродную генетическую информацию (например, опухолевые клетки или клетки болезнетворных микроорганизмов).

Совместная работа всех трех регулирующих систем — нервной, эндокринной и иммунной — согласовывает деятельность различных органов и клеток и объединяет их в целостный организм.

ОБЩАЯ СХЕМА РЕГУЛЯЦИИ И ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ

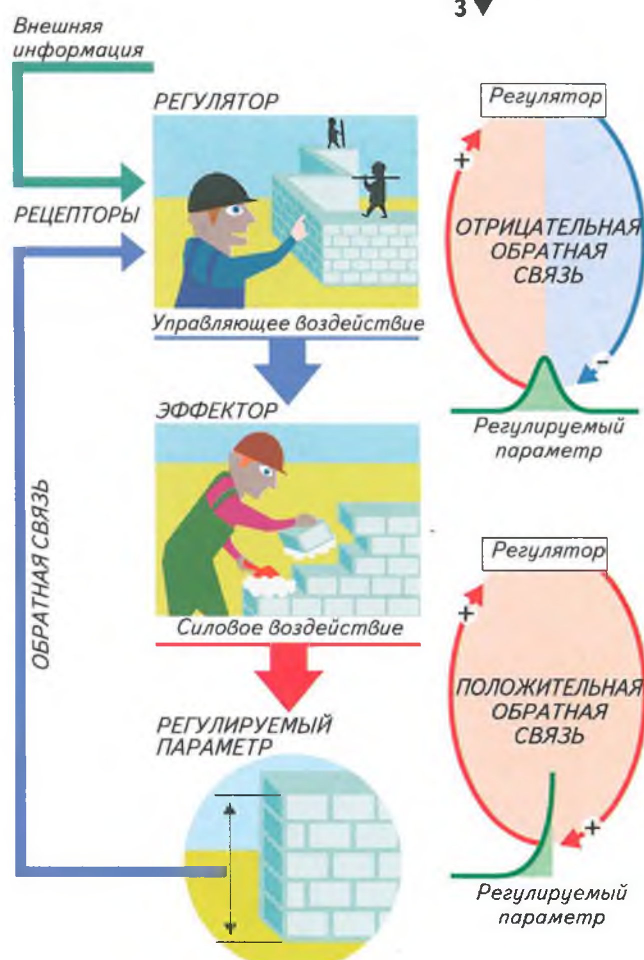
Работа всех регулирующих систем в принципе строится по единой схеме (рис. 3). Регулятор осуществляет управляющее воздействие на какой-либо эффектор, а за счет силового воздействия этого эффектора изменяется какой-либо показатель — регулируемый параметр. В организме человека регуляторами служат органы нервной, эндокринной и иммунной систем, а эффекторами — практически все органы.

Для эффективного управления организмом регуляторы должны постоянно получать информацию о результатах своей деятельности. Передача такой информации называется *обратной связью*. Чтобы понять, что такое обратная связь, а также каково ее значение для достижения результата какой-либо деятельности, попробуйте нарисовать что-нибудь с закрытыми глазами. В этом случае в головной мозг (регулятор) не будет поступать информация о том, что появляется на бумаге (регулируемый параметр). Поэтому не будет возможности поправить неточности в движениях рисующей руки (эффектор). Чем более сложный рисунок вы захотите создать, тем хуже он получится.

Различают две основные разновидности обратной связи: отрицательную и положительную.

При *отрицательной* обратной связи в ответ на любое изменение регулируемого параметра регулятор стремится вернуть его к прежней величине. Например, если в кровь поступило большое количество глюкозы, то усиливается секреция инсулина — гормона, который способствует переходу глюкозы из крови в клетки. В результате содержание глюкозы в крови уменьшится. Наоборот, снижение концентрации глюкозы в крови приведет к замедлению секреции инсулина, и уровень глюкозы в крови опять повысится. Из этого примера видно, что отрицательная обратная связь используются для поддержания каких-либо параметров на определенном уровне.

В случае *положительной* обратной связи небольшое первоначальное отклонение регулируемого параметра от исходного уровня вызывает действия регулятора, направленные на дальнейшее усиление этого отклонения (до некоторого предела). В результате развивается самоусиливающийся скачкообразный процесс. Положительная обратная связь задействуется, когда необходимо достичь какого-либо быстрого и сильного изменения в организме. Например, в случае опасности по команде нервной системы усиливается секреция адреналина — «гормона стресса», который подготавливает организм к борьбе или к бегству. Адреналин, помимо прочих своих эффектов, повышает активность нервной системы, что приводит к еще большему усилению секреции этого гормона. Так замыкается круг положительной обратной связи, в результате чего содержание адреналина в крови резко увеличивается.



Общая схема работы регулирующей системы и два вида обратной связи

3 ▼

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

● Нервная система обеспечивает регуляцию физиологических функций и протекание психических процессов. Она получает информацию из внешней и из внутренней среды, перерабатывает эту информацию и посылает управляющие сигналы к различным органам.

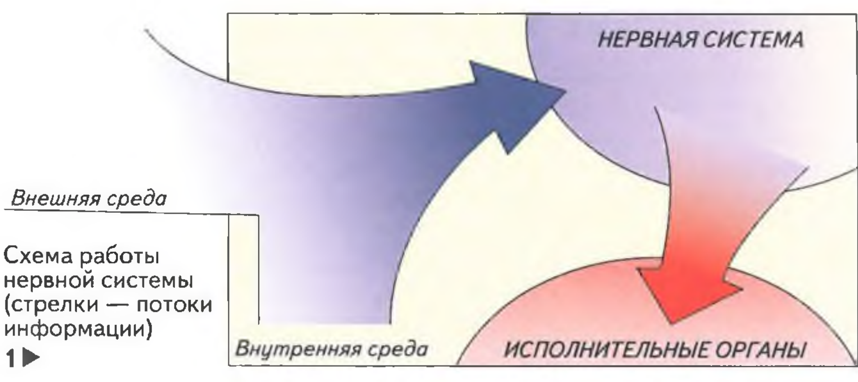


Схема работы нервной системы (стрелки — потоки информации)
1 ▶

Различают центральную нервную систему (обозначена сиреневым цветом) и периферическую нервную систему (коричневый цвет).
2 ▶

Головной и спинной мозг окружены тремя оболочками и имеют внутренние полости. Эти полости, а также пространства между оболочками заполнены спинномозговой жидкостью.
3 ▶

4 ▲
Спинной мозг в позвоночном канале

Строение оболочек головного мозга
5 ▶

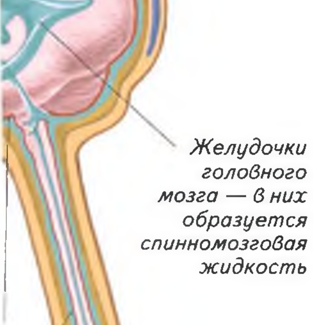
СТРОЕНИЕ ЦЕН

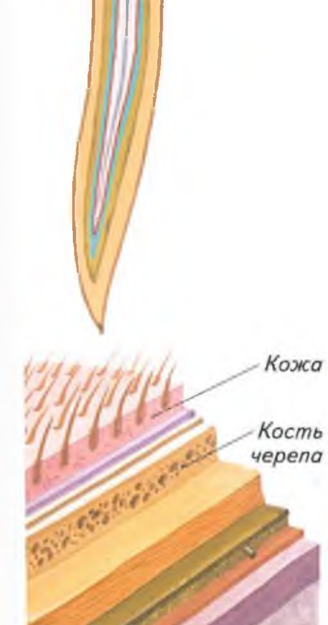


СТРОЕНИЕ ПЕРИ

НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ
12 ▶







Белое вещество головного мозга

СТРОЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Отделы центральной нервной системы
◀ 6

ОТДЕЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Мозжечок

Конечный мозг

Промежуточный мозг

Большой мозг

Средний мозг

Мост мозга

Продолговатый мозг

Ствол головного мозга — область выхода 12 пар черепных нервов (на рисунке не показаны)

Спинномозговые нервы (31—32 пары)

Шейное утолщение спинного мозга (нервные центры верхних конечностей)

Позвонки

Поясничное утолщение спинного мозга (нервные центры нижних конечностей)

ГОЛОВНОЙ МОЗГ
7 ▶

Серое вещество — скопление тел нейронов и их коротких отростков — осуществляет обработку информации

Белое вещество — скопление длинных отростков нейронов — осуществляет передачу информации

СПИННОЙ МОЗГ
8 ▶

Задние рога

Боковые рога

Передние рога

Спинномозговой (чувствительный) нервный узел

Задние (чувствительные) корешки спинного мозга

Передние (двигательные) корешки спинного мозга

Спинномозговой нерв

НЕРВНЫЕ УЗЛЫ
9 ▼

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ НЕРВНЫЙ УЗЕЛ

Чувствительный нейрон

Двигательные нейроны

Синапс

ВЕГЕТАТИВНЫЙ НЕРВНЫЙ УЗЕЛ

СТРОЕНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ
12 ▶

ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ОКОНЧАНИЯ:

В скелетных мышцах

В других органах

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ОКОНЧАНИЯ:

В коже и других органах

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА
11 ▼

Соматическое волокно

Вегетативное волокно

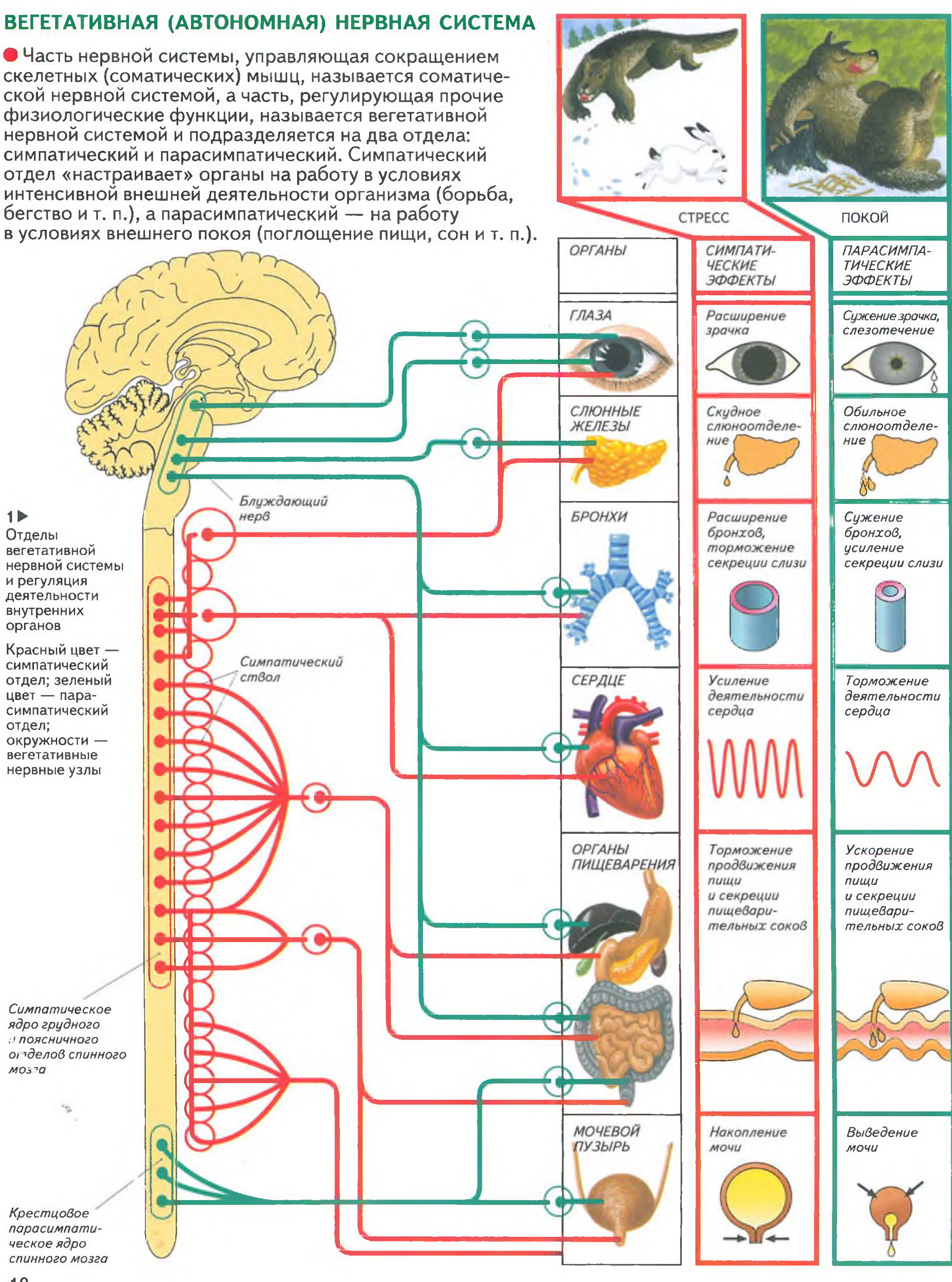
Чувствительное волокно

НЕРВЫ
10 ▼

Соединительнотканные оболочки с кровеносными сосудами

ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА

● Часть нервной системы, управляющая сокращением скелетных (соматических) мышц, называется соматической нервной системой, а часть, регулирующая прочие физиологические функции, называется вегетативной нервной системой и подразделяется на два отдела: симпатический и парасимпатический. Симпатический отдел «настраивает» органы на работу в условиях интенсивной внешней деятельности организма (борьба, бегство и т. п.), а парасимпатический — на работу в условиях внешнего покоя (поглощение пищи, сон и т. п.).



1 ▶ Отделы вегетативной нервной системы и регуляция деятельности внутренних органов

Красный цвет — симпатический отдел; зеленый цвет — парасимпатический отдел; окружности — вегетативные нервные узлы

РЕФЛЕКСЫ И РЕ(

● Рефлекс — это ст
типная, «автоматиче
реакция, организуем
нервной системой в
ответ на раздражени
рецепторов. Рецепто
особые клетки, или о
чания дендритов ней
реагирующие возбуж
нием на изменения в
или внутренней сред

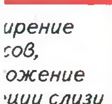
● При осуществлени
рефлекса возбужде
проходит в нервной
системе путь, называ
рефлекторной дугой

● Чувствительное зв
рефлекторной дуги (
цвет) находится боль
частью вне централь
нервной системы.

● Центральное звено
тый цвет) обычно рас
жено в головном или
ном мозгу и содержи
большее или меньше
число вставочных
нейронов, связанных
друг с другом и с дру
нейронами посредст
синапсов. Как исклю
в дугах рефлексов н
тяжение скелетных м
вставочных нейроно

● Двигательные звен
рефлекторных дуг ра
ны в соматической и
тативной нервной сис
В соматических рефл
ных дугах содержитс
только один двигател
нейрон (красный цве
а в вегетативных —
два: тело первого леж
в центральной нервн
системе, а тело второ
в вегетативном узле
(обозначены зелены
цветом).

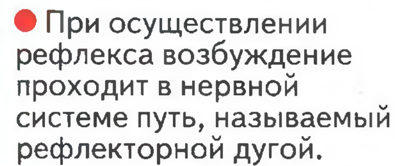


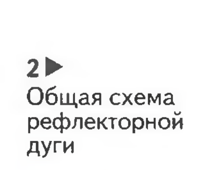



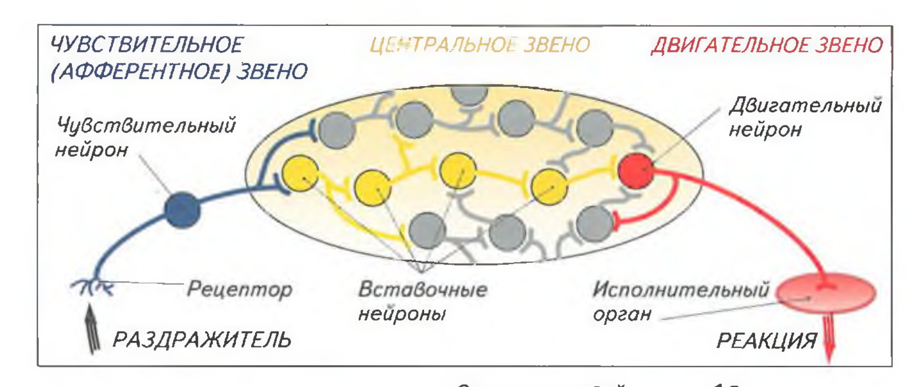



РЕФЛЕКСЫ И РЕФЛЕКТОРНЫЕ ДУГИ

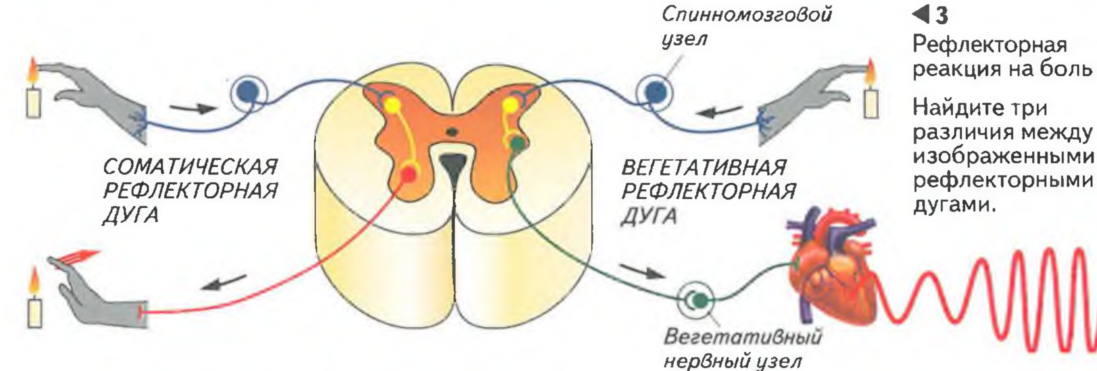
- Рефлекс — это стереотипная, «автоматическая» реакция, организуемая нервной системой в ответ на раздражение рецепторов. Рецепторы — особые клетки, или окончания дендритов нейронов, реагирующие возбуждением на изменения внешней или внутренней среды.
- При осуществлении рефлекса возбуждение проходит в нервной системе путь, называемый рефлекторной дугой.
- Чувствительное звено рефлекторной дуги (синий цвет) находится большей частью вне центральной нервной системы.
- Центральное звено (желтый цвет) обычно расположено в головном или в спинном мозгу и содержит большее или меньшее число вставочных нейронов, связанных друг с другом и с другими нейронами посредством синапсов. Как исключение, в дугах рефлексов на растяжение скелетных мышц вставочных нейронов нет.
- Двигательные звенья рефлекторных дуг различны в соматической и вегетативной нервной системе. В соматических рефлекторных дугах содержится только один двигательный нейрон (красный цвет), а в вегетативных — два: тело первого лежит в центральной нервной системе, а тело второго — в вегетативном узле (обозначены зеленым цветом).





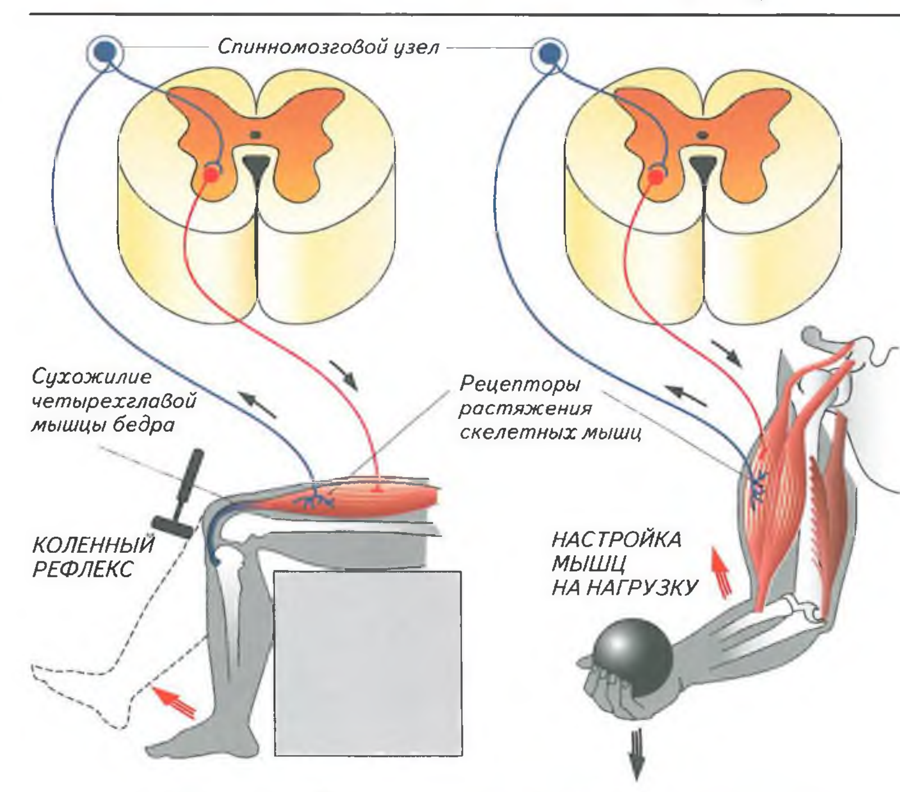


2 ▶ Общая схема рефлекторной дуги



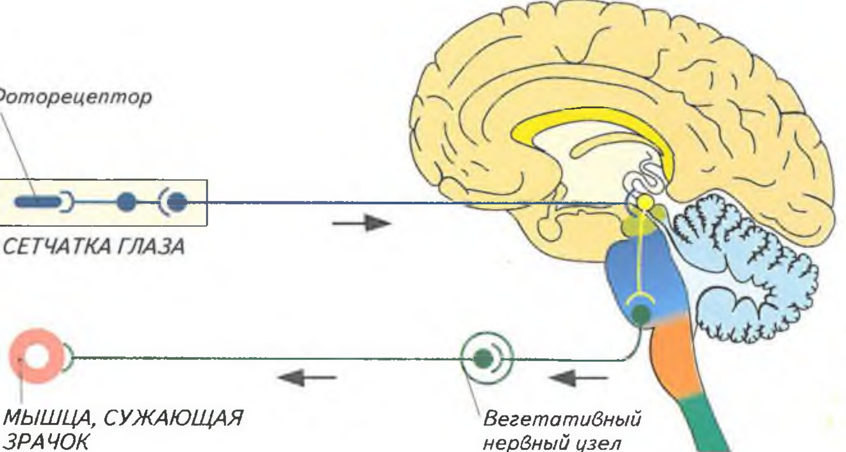
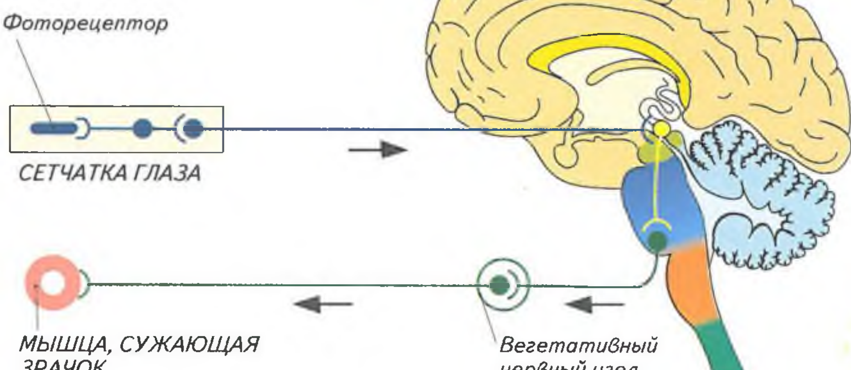
◀ 3 Рефлекторная реакция на боль

Найдите три различия между изображенными рефлекторными дугами.



◀ 4 Рефлекс на растяжение скелетных мышц

Если ударить по сухожилию мышцы, то она растягивается, возбуждаются ее рецепторы растяжения, а сама мышца рефлекторно сокращается (рисунок слева). В естественных условиях такая реакция мышц на растяжение позволяет, например, автоматически сохранять положение конечности при изменении нагрузки на нее (рисунок справа).

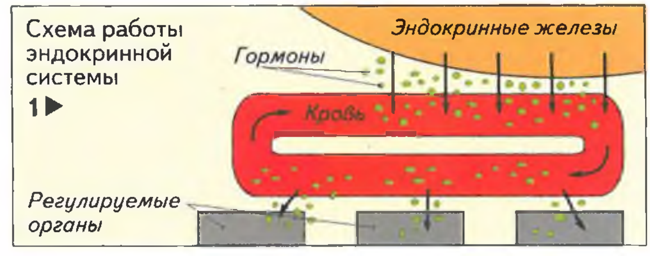



◀ 5 Реакция зрачка на свет

На увеличение яркости освещения реагируют фоторецепторы сетчатки глаза, и зрачок рефлекторно сужается. Это защищает рецепторы от чрезмерного возбуждения.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

● Образована железами внутренней секреции. Они синтезируют и выделяют в кровь биологически активные вещества — гормоны. Гормоны разносятся по организму и регулируют обмен веществ, рост и другие функции различных клеток и органов.



2 ▶
Гормоны вырабатываются как специальными органами или участками органов (перечислены справа), так и отдельными клетками почти во всех органах (некоторые перечислены слева).

ВИЛОЧКОВАЯ ЖЕЛЕЗА (ТИМУС) *Гормоны, регулирующие функции иммунной системы*

СЕРДЦЕ *Гормон, усиливающий образование мочи*

ПОЧКИ *Гормоны, регулирующие обмен кальция, стимулирующие кроветворение, сужающие кровеносные сосуды*

ЖЕЛУДОК ТОНКАЯ И ТОЛСТАЯ КИШКИ *Гормоны, регулирующие секрецию пищеварительных соков и сократительную активность органов желудочно-кишечного тракта*

ГИПОТАЛАМУС И ГИПОФИЗ

ЭПИФИЗ

МЕЛАТОНИН — тормозит половые функции, участвует в регуляции околосуточных биоритмов организма

ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА

ТИРОКСИН — усиливает процессы обмена веществ, повышает возбудимость нервной системы, необходим для нормального развития плода и детского организма. Содержит атомы йода. Выделяется клетками пузырьков (фолликулов) щитовидной железы

КАЛЬЦИТОНИН — уменьшает концентрацию ионов кальция в крови. Выделяется клетками, лежащими рядом с фолликулами

ОКОЛОЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

ПАРАТГОРМОН — участвует в регуляции обмена кальция, действуя противоположно кальцитонину. Выделяется двумя-тремя парами небольших желез, лежащих на задней поверхности щитовидной железы

Задняя поверхность щитовидной железы

НАДПОЧЕЧНИКИ

Мозговое вещество

Корковое вещество

АДРЕНАЛИН — усиливает распад гликогена и жиров, повышает концентрацию глюкозы в крови; влияет на органы подобно симпатической нервной системе

КОРТИЗОЛ — усиливает распад гликогена и белков, повышает концентрацию глюкозы в крови, усиливает действие адреналина, играет важную роль в приспособлении организма к чрезвычайным ситуациям.

АЛЬДОСТЕРОН — регулирует обмен воды, ионов натрия и калия

ПОЛОВЫЕ ГОРМОНЫ (в основном, мужские)

ОСТРОВКИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

ИНСУЛИН — обеспечивает поступление глюкозы в клетки и поэтому снижает ее концентрацию в крови; усиливает синтез белков, жиров и гликогена

ГЛЮКАГОН — действует противоположно инсулину

ЭНДОКРИННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ

ПОЛОВЫЕ ГОРМОНЫ (мужские и женские) — регулируют половые функции, процессы обмена веществ, роста и полового созревания

ГИПОТАЛАМО-ГИ

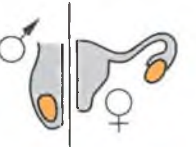
● Гипоталамус и гип собой важнейшее зв нервную и эндокрин Ряд гормонов гипота секрецией гормонов В свою очередь, опр аденогипофиза регу некоторых эндокрин



ТИРОТ стимул клетки фоллик щитовь железы



КОРТИК стимул корково вещест надпоче



ГОНАДО регулир функци желез

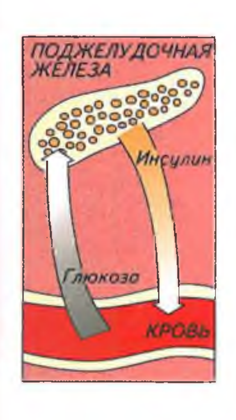
▲

ГОРМОНЫ ГИПОФИЗА 4

Вверху — гормоны аденоги регулирующие рост и деяте ряда желез внутренней сек Справа — остальные гормо гипофиза, которые влияют в основном на различные неэндокринные органы и кл

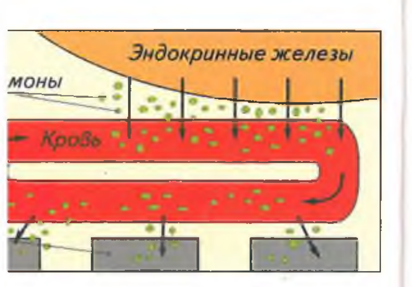
РЕГУЛЯЦИЯ СЕКРЕ

● Секреция многих г сильнее всего зависи обмен которых эти г Реже главным регуля нервная система, как В регуляции деятель «гипоталамус — гипо главную роль играют этой системы.



◀ 5

Главны стимуло повыше секреци инсулин являетс действи глюкозы на эндо клетки о поджелу железы.



ЛАТОНИН — *тормозит половые ікции, участвует в регуляции лосуточных биоритмов организма*

РОКСИН — *усиливает процессы іена веществ, повышает будимость нервной системы, бходим для нормального развития да и детского организма. держит атомы йода. Выделяется тками пузырьков (фолликулов) повидной железы*

ЛЬЦИТОНИН — *уменьшает центрацию ионов кальция в крови. деляется клетками, лежащими ом с фолликулами*

РАТГОРМОН — *участвует в уляции обмена кальция, действуя тивоположно кальцитонину. деляется двумя-тремя парами ольших желез, лежащих на задней ерхности щитовидной железы*

рхность і железы

РЕНАЛИН — *усиливает распад когена и жиров, повышает центрацию глюкозы в крови; яет на органы подобно ипатической нервной системе*

РТИЗОЛ — *усиливает распад когена и белков, повышает центрацию глюкозы в крови, ливает действие адреналина, ает важную роль в приспособлении анизма к чрезвычайным ситуациям.*

ЬДОСТЕРОН — *регулирует обмен ы, ионов натрия и калия*

ЛОВЫЕ ГОРМОНЫ *(в основном, кские)*

СУЛИН — *обеспечивает тупление глюкозы в клетки и тому снижает ее концентрацию ови; усиливает синтез белков, ров и гликогена*

ОКАГОН — *действует тивоположно инсулину*

ЛОВЫЕ ГОРМОНЫ *(мужские и нские) — регулируют половые ікции, процессы обмена веществ, та и полового созревания*

ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНАЯ СИСТЕМА

● Гипоталамус и гипофиз представляют собой важнейшее звено, соединяющее нервную и эндокринную системы. Ряд гормонов гипоталамуса управляет секрецией гормонов аденогипофиза. В свою очередь, определенные гормоны аденогипофиза регулируют функции некоторых эндокринных желез.

Связь гипофиза и гипоталамуса
3 ▶

Эти клетки гипоталамуса выделяют в кровь гормоны, которые поступают в аденогипофиз и регулируют секрецию его гормонов

ГИПОТАЛАМУС *(отдел промежуточного мозга)*

Эти клетки гипоталамуса вырабатывают гормоны, которые по аксонам нейронов попадают в нейрогипофиз, поступают там в кровь и далее разносятся по всему организму

АДЕНОГИПОФИЗ *(передняя и промежуточная доли гипофиза)*

НЕЙРОГИПОФИЗ *(задняя доля гипофиза)*

Кровеносные капилляры

Эндокринные клетки, выделяющие в кровь гормоны аденогипофиза.

ТИРОТРОПИН — *стимулирует клетки фолликулов щитовидной железы*

КОРТИКОТРОПИН — *стимулирует корковое вещество надпочечников*



ГОНАДОТРОПИНЫ — *регулируют функции половых желез*

ГОРМОНЫ ГИПОФИЗА ▲ 4 ▶
Вверху — гормоны аденогипофиза, регулирующие рост и деятельность ряда желез внутренней секреции. Справа — остальные гормоны гипофиза, которые влияют в основном на различные неэндокринные органы и клетки.

СОМАТОТРОПИН *(гормон роста)* — *стимулирует рост тканей, главным образом, скелетных*

МЕЛАНОТРОПИН — *стимулирует синтез меланина — пигмента, придающего коже оттенок загара*

ПРОЛАКТИН — *стимулирует образование молока в период кормления грудью*



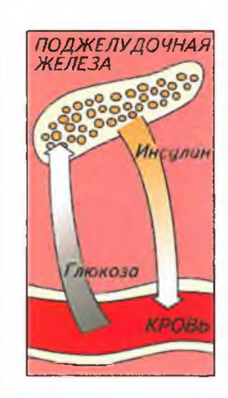
ОКСИТОЦИН — *стимулирует сокращения матки при родах и секрецию молочных желез*

ВАЗОПРЕССИН — *сужает кровеносные сосуды, замедляет образование мочи*



РЕГУЛЯЦИЯ СЕКРЕЦИИ ГОРМОНОВ

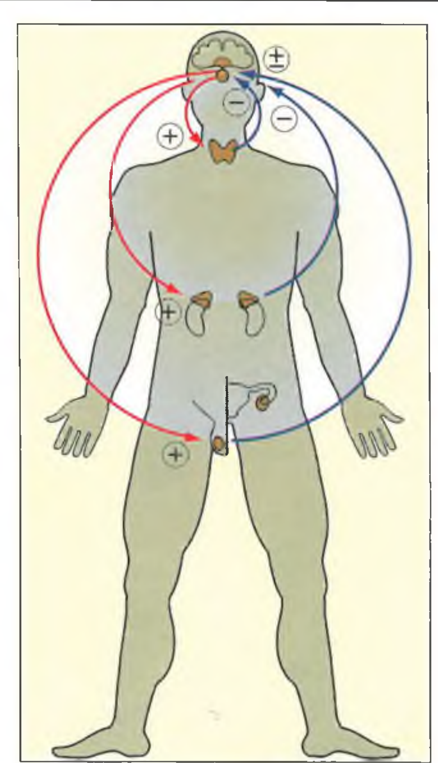
● Секреция многих гормонов (например, инсулина) сильнее всего зависит от содержания в крови веществ, обмен которых эти гормоны регулируют. Реже главным регулятором секреции гормонов является нервная система, как например для адреналина. В регуляции деятельности органов системы «гипоталамус — гипофиз — эндокринные железы» главную роль играют сами гормоны этой системы.



◀ 5
Главным стимулом для повышения секреции инсулина является прямое действие глюкозы на эндокринные клетки островков поджелудочной железы.



◀ 6
Выброс адреналина из мозгового вещества надпочечников происходит практически только в результате возбуждения симпатических нервных волокон.



◀ 7
В поддержании необходимой концентрации гормонов в крови большое значение имеют отрицательные обратные связи. Например, гормон аденогипофиза кортикотропин стимулирует секрецию кортизола в надпочечниках, а кортизол тормозит секрецию корткотропина и соответствующего гормона гипоталамуса.

ИММУННАЯ СИСТЕМА

● Особенность иммунной системы — способность ее главных клеток — *лимфоцитов* — распознавать генетически «свое» и «чужое». Обнаружив «чужое», иммунная система стремится удалить или уничтожить его. Генетически чужеродные объекты могут поступать в организм извне (например, микроорганизмы) или образовываться внутри него (например, опухолевые клетки).

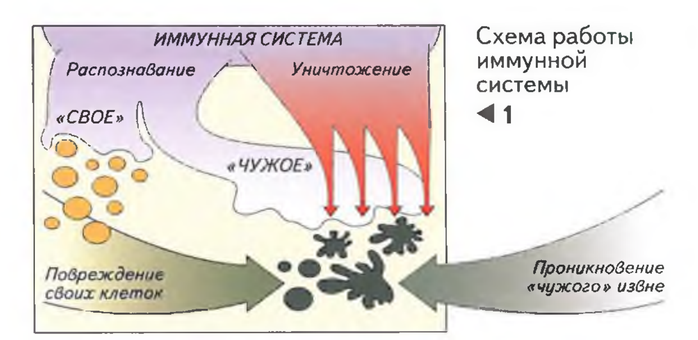


Схема работы иммунной системы ◀1



СТРОЕНИЕ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ОРГАНЫ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

2▼

КРАСНЫЙ КОСТНЫЙ МОЗГ (находится во всех костях)

ВИЛОЧКОВАЯ ЖЕЛЕЗА (ТИМУС)

В центральных органах иммунной системы образуются лимфоциты: в красном костном мозгу — В-лимфоциты и предшественники Т-лимфоцитов, а в тимусе — сами Т-лимфоциты. Т- и В-лимфоциты переносятся кровью в периферические органы.

4▼

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ОРГАНЫ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Красный костный мозг

Тимус

B

T

Кровь

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ ОРГАНЫ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ ОРГАНЫ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

3▼

МИНДАЛИНЫ: глоточная нёбные (две) язычная

◁ Миндалины расположены кольцом в слизистой оболочке глотки, окружая место поступления в организм воздуха и пищи.

ЛИМФАТИЧЕСКИЕ УЗЕЛКИ — микроскопические скопления лимфоцитов

◁ Лимфатические узелки расположены вблизи границ с внешней средой: в слизистых оболочках дыхательных, пищеварительных, мочевых и половых путей, в коже.

СЕЛЕЗЕНКА

◁ Находящиеся в селезенке лимфоциты распознают чужеродные объекты в крови, которая фильтруется в этом органе.

ЛИМФАТИЧЕСКИЕ УЗЛЫ

Лимфатические узелки

◁ В лимфатических узлах фильтруется лимфа, оттекающая от всех органов.

РАБОТА ИММУН

● Иммунная систем распознает антиген белковые или углев молекулы. Собствен антигены организма отличаются по стро от «чужих», подлеж уничтожению.

5▶

ФАГОЦИТОЗ — поглоще и переваривание «чужих» и их носителей. В уничтож чужеродных молекул и кл участвуют особые клетки фагоциты.

6▶

ИММУННЫЙ ОТВЕТ

В результате фагоцитоза антиген оказывается на п фагоцита. Его распознаю Т-лимфоциты-хелперы (помощники). Т-хелперы выделяют вещ стимулирующие размнож и созревание Т- или В-ли чувствительных к данном Т-лимфоциты осуществля клеточный, а В-лимфоци гуморальный иммунный с В результате иммунного носитель антигена уничт различными способами. Одновременно образуют иммунологической памя Благодаря им иммунный на повторное появление в организме осуществляе быстрее и сильнее, чем н

Специальные белки Т-киллера

Т-кил прик к «чу клет

Отверстия в мембране «чужой» клетки

Т-кил убив клет веще повре их м

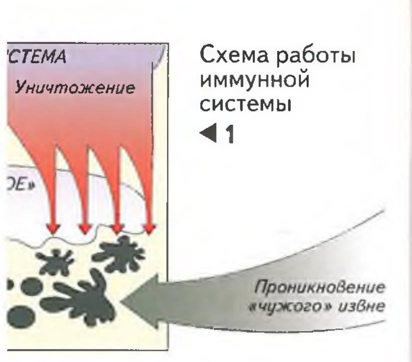
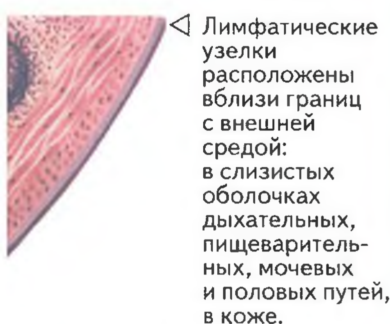


Схема работы иммунной системы ◀1

МУННОЙ СИСТЕМЫ



Миндалины расположены кольцом в слизистой оболочке глотки, окружая место поступления в организм воздуха и пищи. ◁



◁ Лимфатические узелки расположены вблизи границ с внешней средой: в слизистых оболочках дыхательных, пищеваритель-ных, мочевых и половых путей, в коже.



◁ Находящиеся в селезенке лимфоциты распознают чужеродные объекты в крови, которая фильтруется в этом органе.

ıмфатические елки



◁ В лимфатических узлах фильтру-ется лимфа, оттекающая от всех органов.

РАБОТА ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

● Иммунная система распознает антигены — белковые или углеводные молекулы. Собственные антигены организма отличаются по строению от «чужих», подлежащих уничтожению.

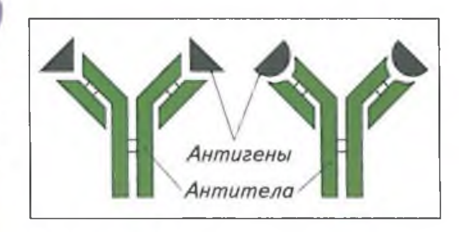
КЛЕТКИ — НОСИТЕЛИ «ЧУЖИХ» АНТИГЕНОВ (например, опухолевые или бактериальные)





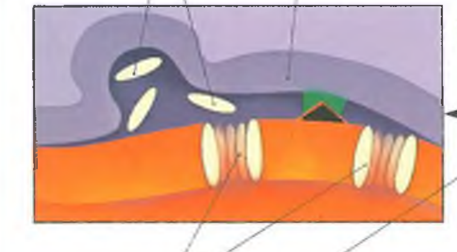
5▶
ФАГОЦИТОЗ — поглощение и переваривание «чужих» антигенов и их носителей. В уничтожении чужеродных молекул и клеток участвуют особые клетки — фагоциты.

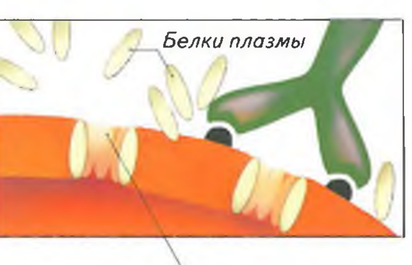
6▶
ИММУННЫЙ ОТВЕТ
В результате фагоцитоза «чужой» антиген оказывается на поверхности фагоцита. Его распознают Т-лимфоциты-хелперы (помощники).
Т-хелперы выделяют вещества, стимулирующие размножение и созревание Т- или В-лимфоцитов, чувствительных к данному антигену.
Т-лимфоциты осуществляют клеточный, а В-лимфоциты — гуморальный иммунный ответ.
В результате иммунного ответа носитель антигена уничтожается различными способами.
Одновременно образуются клетки иммуннологической памяти.
Благодаря им иммунный ответ на повторное появление антигена в организме осуществляется быстрее и сильнее, чем на первое.



7▲
Рецепторы — особые белки, расположенные на поверхности лимфоцитов. С их помощью лимфоциты распознают антигены. Рецептор соответствует антигену, как ключ — замку. С каждым видом антигенов могут взаимодействовать только лимфоциты, имеющие рецепторы к этому антигену.

8▲
Антитела состоят из нескольких белковых частей. К каждому виду антигенов, как ключ к замку, подходит свое антитело.





ВИДЫ ИММУНИТЕТА

Иммунитет — это способность иммунной системы эффективно избавлять организм от генетически чужеродных объектов. Различают три основных вида иммунитета.



1 ▶ Виды иммунитета

ИММУННЫЙ ОТВЕТ



Уничтожение болезнетворных микроорганизмов



Уничтожение опухолевых клеток



Отторжение трансплантата — органа или ткани, пересаженного от другого организма

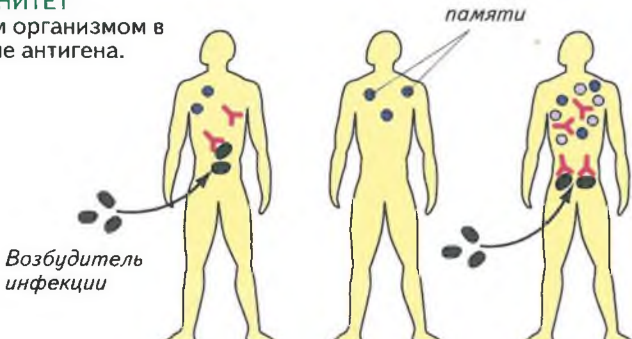
ПРОТИВОИНФЕКЦИОННЫЙ ИММУНИТЕТ

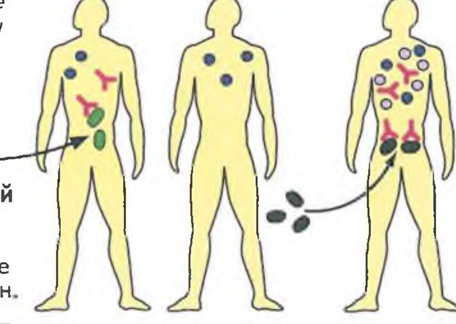
АКТИВНЫЙ ИММУНИТЕТ

формируется самим организмом в ответ на воздействие антигена.



2 ▶ Естественный активный иммунитет возникает после перенесенного инфекционного заболевания.



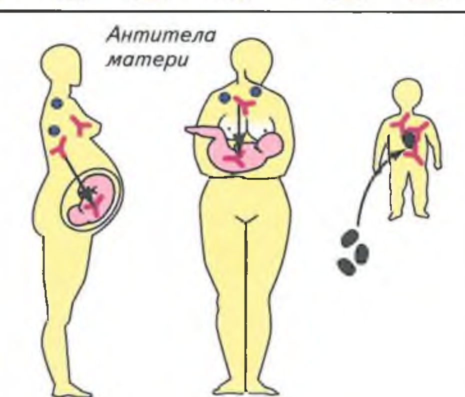


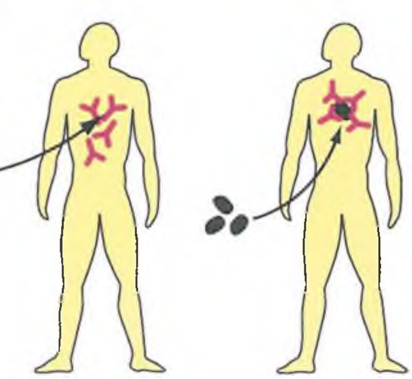
3 ▶ Искусственный активный иммунитет возникает после введения вакцин.

ПАССИВНЫЙ ИММУНИТЕТ

создается за счет готовых антител, полученных от другого организма.

4 ▶ Естественный пассивный имммунитет создается антителами, передающимися от матери к ребенку.

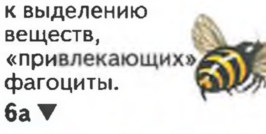




5 ▶ Искусственный пассивный иммунитет возникает после введения лечебных сывороток.

ВОСПАЛЕНИЕ

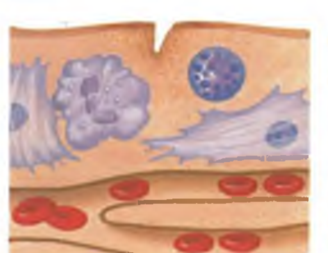
Воспаление — это универсальная защитная реакция на любое повреждение тканей. Воспаление протекает в несколько этапов.



Повреждение тканей приводит к выделению веществ, «привлекающих» фагоциты.

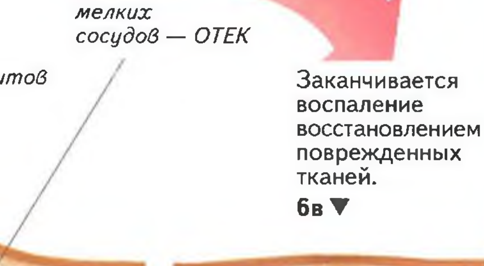
6а ▼





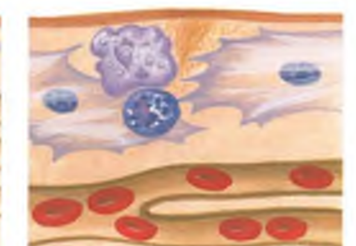
Фагоциты уничтожают поврежденные и чужеродные клетки, выделяя при этом вещества разнообразного действия.

6б ▼



Заканчивается воспаление восстановлением поврежденных тканей.

6в ▼



ВИЧ-ИНФЕКЦИЯ И

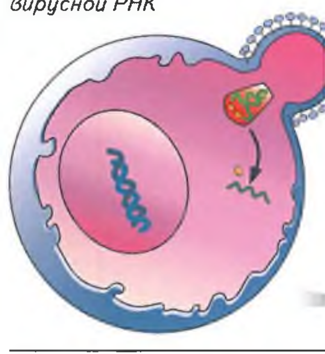
ВИЧ-инфекция — болезнь, вызываемая вирусом иммунодефи человека (ВИЧ). Коне стадия ВИЧ-инфекци называется синдромо приобретенного иммунодефицита (СП ВИЧ-инфекция приво к тяжелому поражени иммунной системы и к неизбежной смерт

ВИЧ преимуществе поражает клетки нерв и особенно иммунной (чаще всего Т-хелпер

Жизненный цикл ВИЧ

8 ▶

Проникновение ВИЧ в клетку и высвобождение вирусной РНК



Передача ВИЧ от зараженно человека здоровому возмож тремя путями:

9 ▼

Через кровь, например, при использовании загрязненных кровью шприцев

Половой



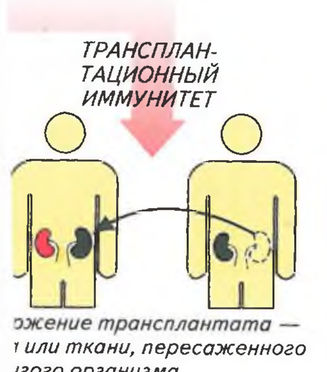
Типичное течение ВИЧ-инфе

11 ▼

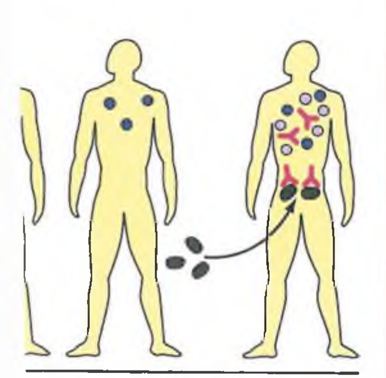
Инкубационный период (1—2 мес.)

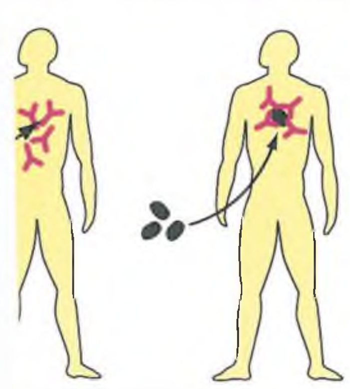
Острая (2—3 не





ожение трансплантата —
і или ткани, пересаженного
іого организма



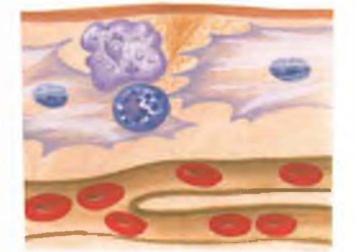




ние
эмости

— ОТЕК

Заканчивается воспаление восстановлением поврежденных тканей.
6в ▼



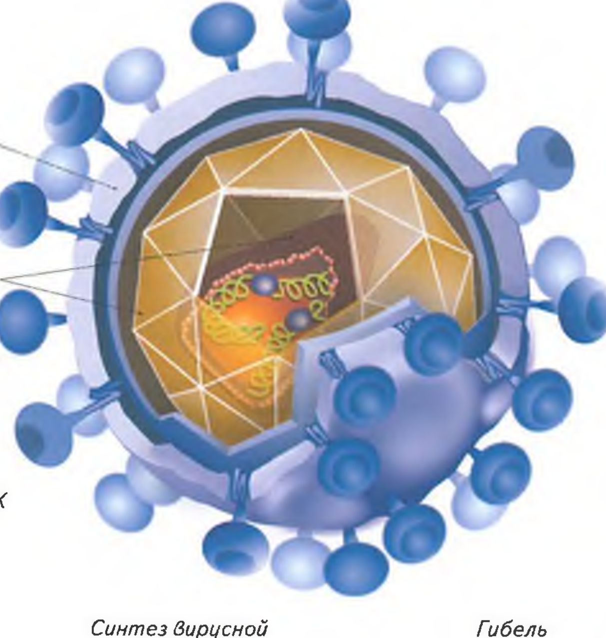
ВИЧ-ИНФЕКЦИЯ И СПИД

● ВИЧ-инфекция — болезнь, вызываемая вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). Конечная стадия ВИЧ-инфекции называется синдромом приобретенного иммунодефицита (СПИД). ВИЧ-инфекция приводит к тяжелому поражению иммунной системы и к неизбежной смерти.

● ВИЧ преимущественно поражает клетки нервной и особенно иммунной систем (чаще всего Т-хелперы).

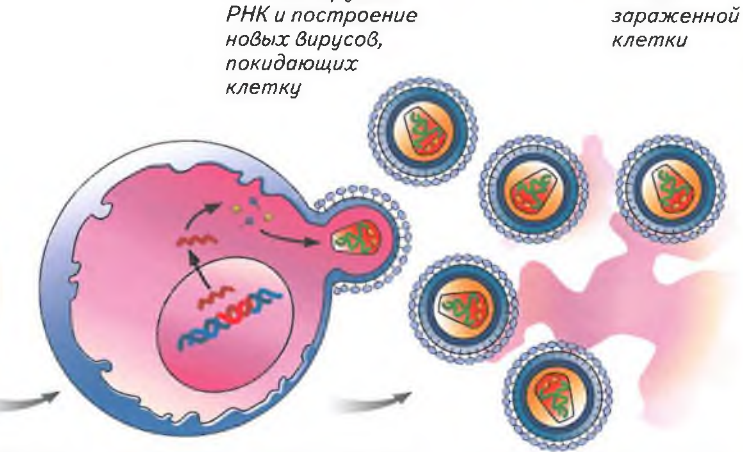
Строение ВИЧ
7 ▶



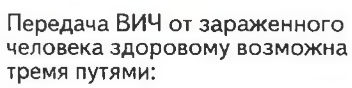


Жизненный цикл ВИЧ
8 ▶





Передача ВИЧ от зараженного человека здоровому возможна тремя путями:
9 ▼



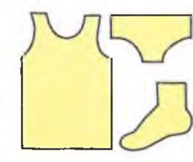




ВИЧ не передается:
10 ▼







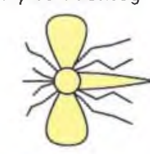
Через одежду









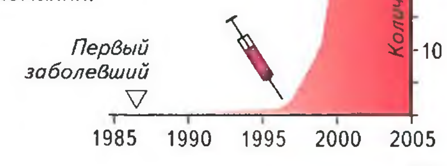


Типичное течение ВИЧ-инфекции
11 ▼



ВИЧ-инфекция в России
12 ▶

Впервые в мире СПИД был зарегистрирован в 1981 г. в США. В России — впервые в 1987 г. С 1996 г. число зараженных стало резко увеличиваться в связи с распространением наркомании.



ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА

ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ И ЧТО ДЕЛАЕТ ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА

Подавляющее большинство клеток организма не соприкасается с окружающей человека внешней средой, а находится в окружении межклеточного вещества. Межклеточное вещество и составляет главную часть *внутренней среды организма*. В наибольшей степени оно развито в соединительных тканях, поэтому эти ткани еще называют тканями внутренней среды.

Внутренняя среда подразделяется на три основных части (компонента):

1) *плазма крови*;

2) *плазма лимфы*;

3) *тканевая жидкость* — межклеточное вещество других тканей.

Часто говорят, что внутренняя среда — это совокупность внутренних жидкостей организма. Это правильно, но надо понимать, что если плазма крови и лимфы — это жидкости в нашем обычном понимании, то тканевая жидкость по своей консистенции — плотное желе (гель).

Кроме уже перечисленных компонентов в состав внутренней среды организма входят жидкости, находящиеся в полости головного и спинного мозга, в полостях суставов и в некоторых других полостях организма, не имеющих непосредственного «выхода» во внешнюю среду. А вот содержимое полостей, сообщающихся с внешней средой (полостей пищеварительного тракта, дыхательных, мочевых и половых путей) к внутренней среде не относится.

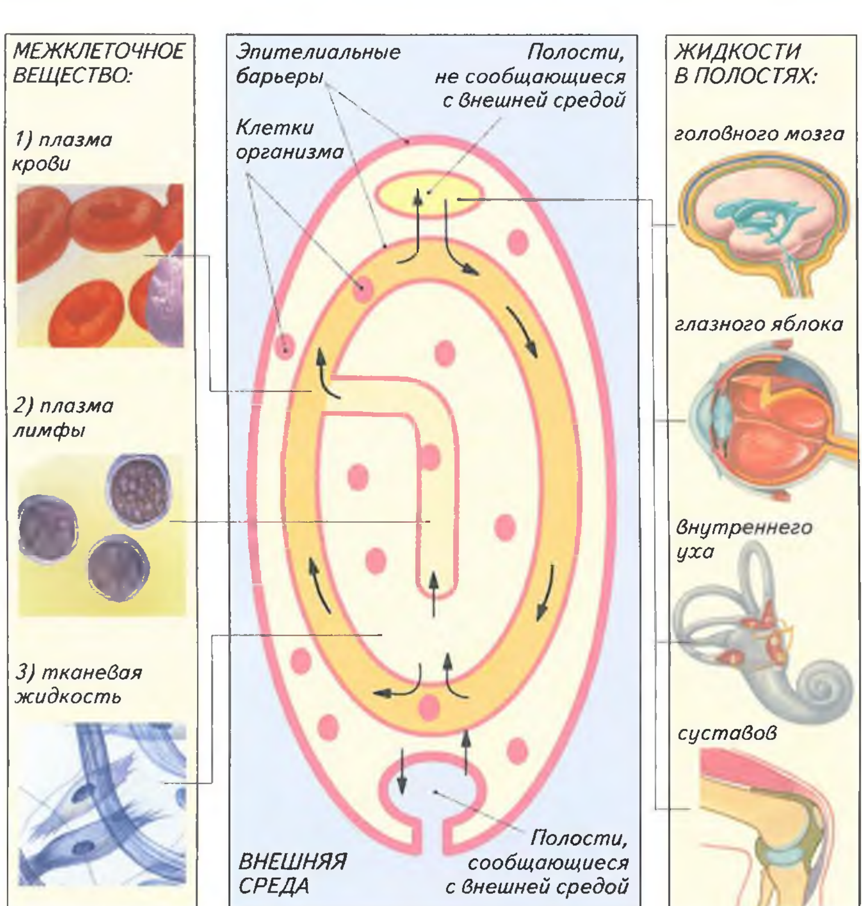
На рисунке 1 разными оттенками желтого цвета показаны компоненты внутренней среды организма, а стрелками обозначено движение веществ. Видно, что внутренняя среда является промежуточным звеном в обмене веществ:

— между клетками внутри организма;

— между клетками и внешней средой.

Таким образом, внутренняя среда играет связующую роль, объединяя клетки в целостный организм и обеспечивая их связь с внешней средой.

Внутренняя среда и обмен веществ
1 ▼



ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА И БАРЬЕРЫ

Внешняя и внутренняя среды, а также разные компоненты внутренней среды отделяются друг от друга *эпителиальными барьерами* (см. рис. 1). Клетки эпителиев контактируют с разными средами и регулируют обмен веществ между ними, пропуская или задерживая те или иные молекулы. Например, кожный эпителий практически непроницаем для газов и воды, в то время как эпителий легких свободно пропускает кислород, углекислый газ и водяной пар.

Благодаря *барьерной функции* эпителиев поддерживается необходимый организму состав внутренней среды, почти независящий от состава внешней среды. Так, содержание воды в плазме крови (около 90%) не изменяется, находится ли человек в атмосфере воздуха или плавает в воде.

С другой стороны, химический состав внутренней среды заметно отличается от химического состава клеточного содержимого (например, ионов K^+ в клетках примерно в 30 раз больше, а ионов Na^+ — в 10 раз меньше, чем в межклеточном веществе). Такое различие в составах возможно благодаря наличию *наружной клеточной мембраны*, которая является барьером между клеточным содержимым и внутренней средой. Этот барьер позволяет разным клеткам сохранять свойственный именно им состав, избирательно обмениваясь теми или иными веществами с общей для разных клеток внутренней средой.

ДВИЖЕНИЕ ВНУТ

Все компоненты внутре
Главную роль в этом и
системе.

Основную работу, при
Сокращения сердца со
сосудам. В мельчайши
— происходит обмен ве
крови относительно выс
В конечных отделах ка
веществ: из тканевой жи
не в кровь, а в лимфу, к

Жидкость, заполняющ
в состоянии постоянног

Таким образом, имен
веществ между клеткам
внутренней среды.

ПОСТОЯНСТВО В

Окружающая человека
и довольно быстро мог
в горах понижено соде
заметно увеличена конц
(объем, давление, тем
температура крови у з
определенного времен
и выше 100°С. Такое отн
(В более широком с
физиологических пока

Гомеостаз обеспечивае
условиях внешней сре
активность большинст
повышение температур
бы буквально все про
не происходит.

Состояние гомеостаза
систем организма,
Главную роль в этом и
Поясним это на пример
(рис. 2).

В определенные участ
постоянно поступает ин
колебания температур
эта температура повы
к различным органам-
скелетные мышцы и
система дает соответс
гормоны которой рег
а значит, и теплообра
и гормональными ре
различных органов из
тепла в организме и у
В результате повышен
щается к нормальном
внутренней среды пон
противоположные и
температура тела удер
на резкие перепады те

Обратите внимание, чт
внешней температуры
заблаговременной ре
вообще не допустить
Подобная упреждающ
отрицательной обратн
гомеостаза. Например
что позволяет не доп
углекислого газа в кро

ей человека внешней средой,
о и составляет главную часть
ительных тканях, поэтому эти

ей организма. Это правильно,
іашем обычном понимании,

рганизма входят жидкости,
з некоторых других полостях
А вот содержимое полостей,
ательных, мочевых и половых

утренней среды организма,
яется промежуточным звеном

етки в целостный организм
с внешней средой.

ЕДА И БАРЬЕРЫ

ая среды, а также разные
ей среды отделяются друг
ыми барьерами (см. рис. 1).
нтактируют с разными сре-
бмен веществ между ними,
ивая те или иные молекулы.
ителий практически непро-
ды, в то время как эпителий
скает кислород, углекислый

й функции эпителиев под-
димый организму состав
ти независящий от состава
содержание воды в плазме
изменяется, находится ли
оздуха или плавает в воде.

ический состав внутренней
ается от химического со-
ржимого (например, ионов
в 30 раз больше, а ионов
чем в межклеточном веще-
составах возможно благо-
ной клеточной мембраны,
ьером между клеточным
ней средой. Этот барьер по-
м сохранять свойственный
рательно обмениваясь теми
с общей для разных клеток

ДВИЖЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ

Все компоненты внутренней среды взаимосвязаны и находятся в постоянном «кругообороте» (см. рис. 1). Главную роль в этом играет *кровообращение* — движение крови по замкнутой *сердечно-сосудистой системе.*

Основную работу, приводящую в движение все компоненты внутренней среды, производит сердце. Сокращения сердца создают давление крови, под действием которого она движется по кровеносным сосудам. В мельчайших кровеносных сосудах — капиллярах, которые пронизывают почти все тело, — происходит обмен веществ между кровью и тканевой жидкостью. В начале капилляров, где давление крови относительно высоко, вода и растворенные в ней вещества поступают из крови в тканевую жидкость. В конечных отделах капилляров, где давление крови меньше, преобладает противоположное движение веществ: из тканевой жидкости в кровь. Часть воды и некоторые вещества из тканевой жидкости поступают не в кровь, а в лимфу, которая по лимфатическим сосудам возвращается в кровь.

Жидкость, заполняющая внутренние полости (головного мозга, суставов и др.), также находится в состоянии постоянного обновления за счет обмена веществами с кровью.

Таким образом, именно непрерывное движение внутренней среды обеспечивает постоянный обмен веществ между клетками, находящимися в разных частях организма, а значит, и объединяющую функцию внутренней среды.

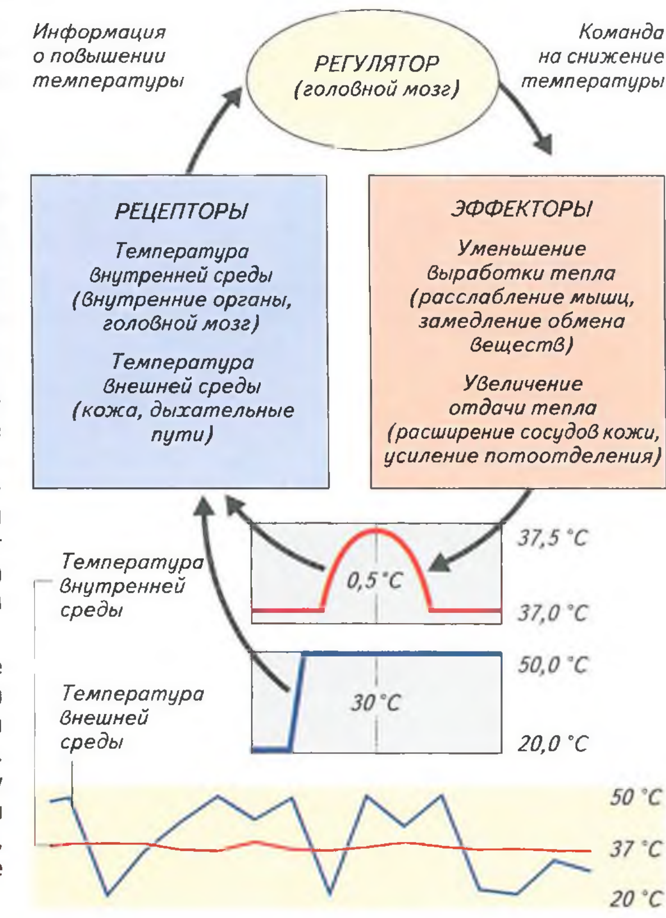
ПОСТОЯНСТВО ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ — ГОМЕОСТАЗ

Окружающая человека внешняя среда весьма переменчива по своим свойствам. В широких пределах и довольно быстро могут изменяться атмосферное давление, влажность и температура воздуха. Высоко в горах понижено содержание кислорода в атмосфере, а в воздухе душного помещения может быть заметно увеличена концентрация углекислого газа. В то же время химический состав и физические свойства (объем, давление, температура) внутренней среды организма изменяются гораздо слабее. Например, температура крови у здорового человека всегда поддерживается на уровне около 37°С, хотя в течение определенного времени человек может находиться при температуре окружающего воздуха и ниже 0°С и выше 100°С. Такое относительное постоянство параметров внутренней среды называется *гомеостазом.* (В более широком смысле под гомеостазом понимают относительное постоянство и других физиологических показателей, например частоты сердечных сокращений.)

Гомеостаз обеспечивает стабильные условия для нормальной жизни клеток организма в изменяющихся условиях внешней среды. Рассмотрим значение гомеостаза на следующем примере. Известно, что активность большинства ферментов максимальна при температуре около 35–39°С. Снижение или повышение температуры внутренней среды привело бы к нарушению работы ферментов, что расстроило бы буквально все процессы жизнедеятельности. Однако благодаря поддержанию гомеостаза, этого не происходит.

Поддержание гомеостаза на примере регуляции температуры тела

2 ▼



Состояние гомеостаза достигается благодаря работе регулирующих систем организма, прежде всего нервной и эндокринной. Главную роль в этом играют отрицательные обратные связи (с.15). Поясним это на примере поддержания постоянства температуры тела (рис. 2).

В определенные участки головного мозга (центры терморегуляции) постоянно поступает информация от рецепторов, «отслеживающих» колебания температуры как внешней, так и внутренней среды. Если эта температура повышается, головной мозг посылает команды к различным органам-эффекторам, главными из которых являются скелетные мышцы и кожа. Кроме того, центральная нервная система дает соответствующее «указание» эндокринной системе, гормоны которой регулируют интенсивность химических реаций, а значит, и теплообразование во всем организме. Под нервными и гормональными регулирующими воздействиями состояние различных органов изменяется так, чтобы уменьшить образование тепла в организме и ускорить выведение тепла во внешнюю среду. В результате повышенная температура внутренней среды возвращается к нормальному уровню. Если же температура внешней или внутренней среды понижается, то в описанной системе происходят противоположные изменения. В конечном счете, внутренняя температура тела удерживается в очень узком диапазоне, несмотря на резкие перепады температуры внешней среды.

Обратите внимание, что организм может среагировать на повышение внешней температуры еще до того, как повысится внутренняя. Такой заблаговременной реакции может оказаться достаточно, чтобы вообще не допустить повышения температуры внутренней среды. Подобная упреждающая регуляция, наряду с регуляцией по принципу отрицательной обратной связи, часто используется для поддержания гомеостаза. Например, у бегуна дыхание учащается еще до старта, что позволяет не допустить (или свести к минимуму) накопление углекислого газа в крови во время бега.

КРОВЬ

● Кровь относится к соединительным тканям. Она состоит из жидкого межклеточного вещества (плазмы) и форменных элементов трех видов: эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов. Кровь циркулирует в кровеносных сосудах по всему организму и переносит различные вещества от одних клеток и органов к другим.

ЛЕЙКОЦИТЫ — разносятся кровью в разные ткани, где накапливаются и осуществляют защитную функцию

ЭРИТРОЦИТЫ — не имеют ядра и большинства органелл. Переносят кислород

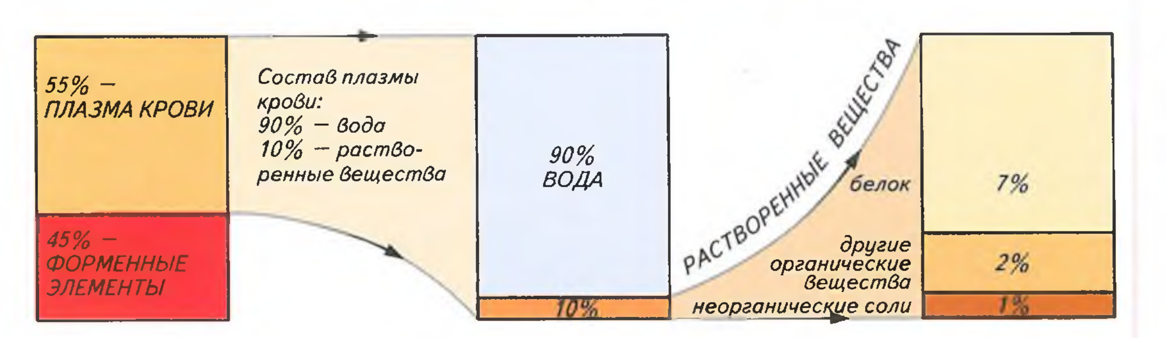
ТРОМБОЦИТЫ — это не клетки, а «осколки» клеток. Необходимы для остановки кровотечений

ПЛАЗМА КРОВИ — компонент внутренней среды организма

1 ▶ Кровь в кровеносных капиллярах

СОСТАВ КРОВИ

● У взрослого человека 4—5 л крови. Чуть больше половины этого объема занимает плазма крови, остальное — форменные элементы.

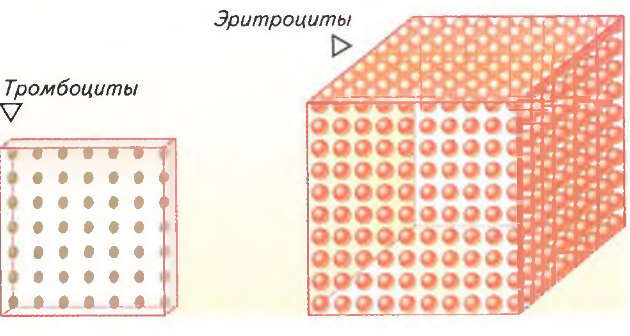


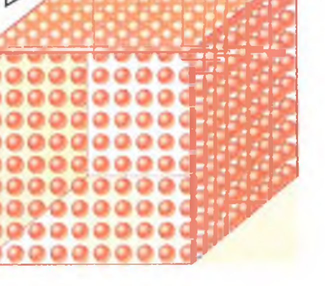
2 ▶ Состав крови

3 ▶ Форменные элементы крови

В 1 мм³ крови содержится: 4—5 млн эритроцитов, 200—300 тыс. тромбоцитов, 4—9 тыс. лейкоцитов.









В таком объеме крови (1 мл) находится почти столько же эритроцитов, сколько людей живет на Земле.

◀ 4

◀ 5 Форменные элементы крови под световым микроскопом (кровь разбавлена в 200 раз)

Тромбоцит

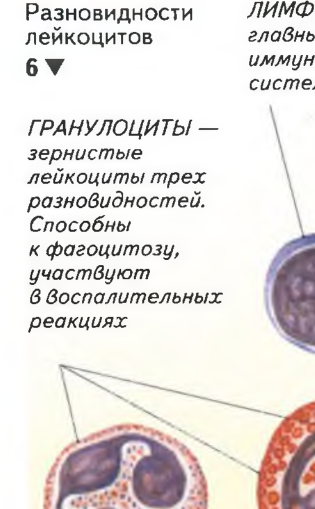
Лейкоцит

Эритроцит

Разновидности лейкоцитов

6 ▼

ГРАНУЛОЦИТЫ — зернистые лейкоциты трех разновидностей. Способны к фагоцитозу, участвуют в воспалительных реакциях







ТРАНСПОРТ КИСЛОР

ЭРИТРОЦИТЫ И ГЕМОГЛОБИН

7 ▶

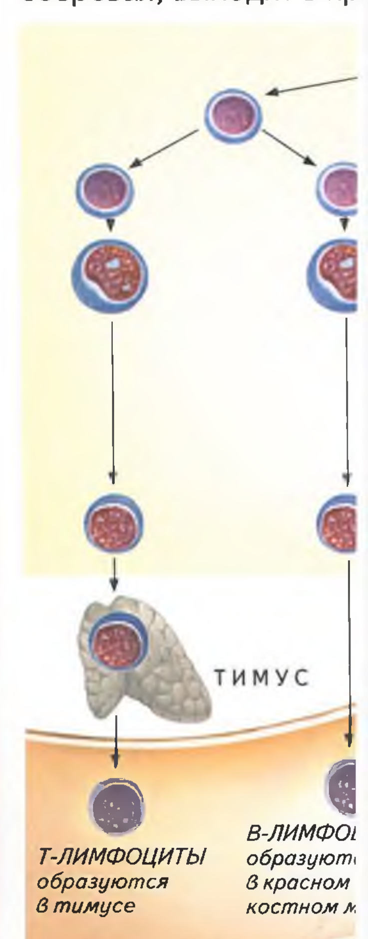


△ *ЭРИТРОЦИ белком — .*

8 ▶ Главная функция эритроцитов и гемоглобина — перенос кислорода от легких к другим органам. Присоединяя кислор гемоглобин из синеватого становится алым. Поэтому кро в которой много кислорода, отличается по цвету от крови, в которой его мало.

КРОВЕТВОРЕНИЕ

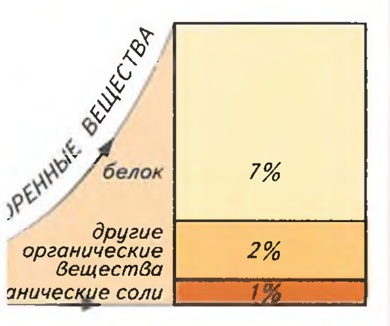
● Все форменные элем из общих стволовых кл размножаются в красн них прекращают самов специализации. В таких происходят изменения различных форменных созревая, выходят в кр

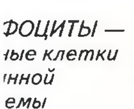


ЛЕЙКОЦИТЫ — разносятся кровью в разные ткани, где накапливаются и осуществляют защитную функцию

ЭРИТРОЦИТЫ — не имеют ядра и большинства органелл. Переносят кислород

ТРОМБОЦИТЫ — это не клетки, а «осколки» клеток. Необходимы для остановки кровотечений





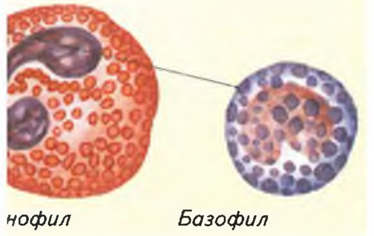
В таком объеме крови (1 мл) находится почти столько же эритроцитов, сколько людей живет на Земле.

◀ 4

...ФОЦИТЫ — ...ые клетки ...нной ...емы

МОНОЦИТЫ — выходят из крови в другие ткани, где становятся фагоцитами





...нофил

Базофил

ТРАНСПОРТ КИСЛОРОДА КРОВЬЮ

ЭРИТРОЦИТЫ И ГЕМОГЛОБИН

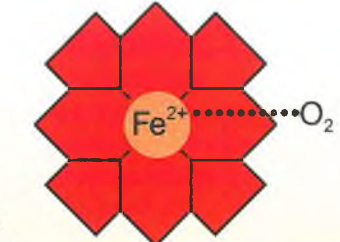
7 ▶



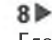
△ *ЭРИТРОЦИТ наполнен специальным белком — гемоглобином*



▷ *ГЕМОГЛОБИН состоит из четырех почти одинаковых белковых нитей. К каждой нити прикреплен один гем*

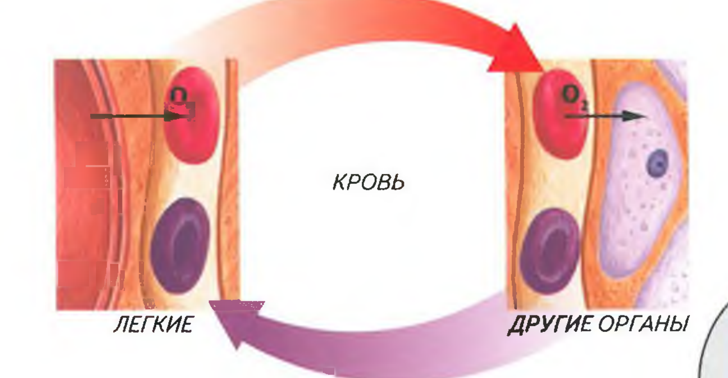


▷ *ГЕМ — это органическое соединение, которое содержит один атом железа и способно удерживать одну молекулу кислорода*



8 ▶

Главная функция эритроцитов и гемоглобина — перенос кислорода от легких к другим органам. Присоединяя кислород, гемоглобин из синеватого становится алым. Поэтому кровь, в которой много кислорода, отличается по цвету от крови, в которой его мало.

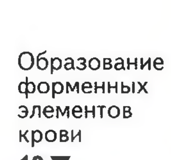


Расположение красного костного мозга

9 ▼

КРОВЕТВОРЕНИЕ

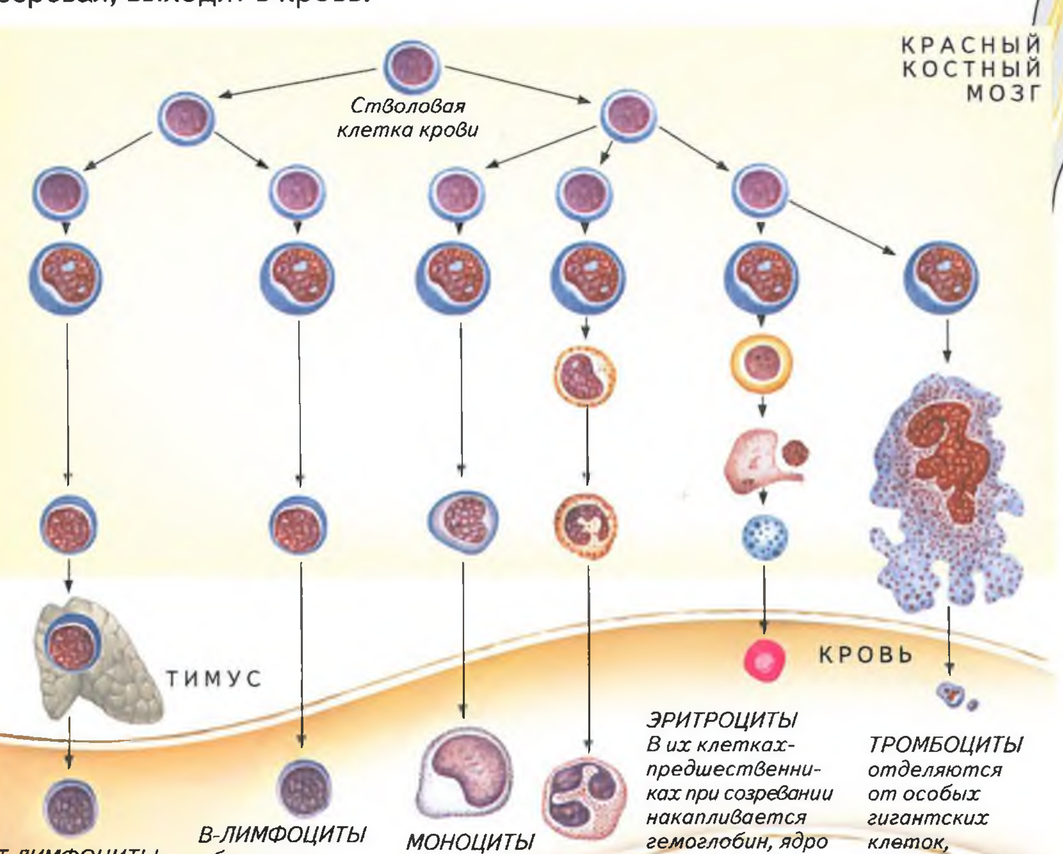
● Все форменные элементы крови образуются из общих стволовых клеток крови. Эти клетки живут и размножаются в красном костном мозге. Некоторые из них прекращают самовоспроизведение и вступают на путь специализации. В таких клетках-предшественниках происходят изменения, приводящие к образованию различных форменных элементов крови, которые, созревая, выходят в кровь.



Образование форменных элементов крови



10 ▼



Т-ЛИМФОЦИТЫ образуются в тимусе

В-ЛИМФОЦИТЫ образуются в красном костном мозге

МОНОЦИТЫ

ГРАНУЛОЦИТЫ

ЭРИТРОЦИТЫ В их клетках-предшественниках при созревании накапливается гемоглобин, ядро выбрасывается из клетки, а органеллы разрушаются

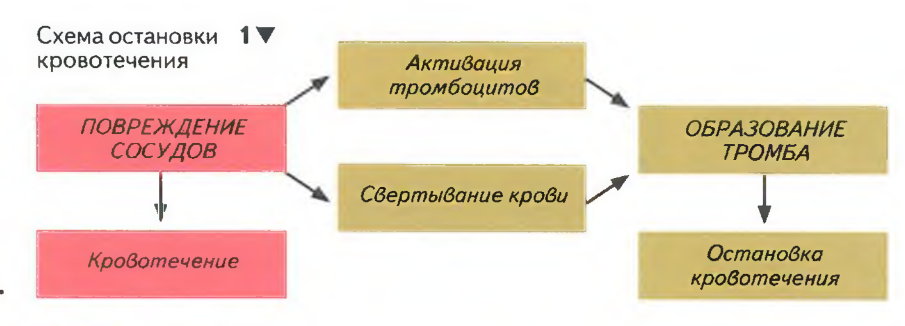
ТРОМБОЦИТЫ отделяются от особых гигантских клеток, которые сами не покидают красный костный мозг



ТРОМБООБРАЗОВАНИЕ

При повреждении кровеносных сосудов запускается процесс образования тромба. Тромб, как пробка, закрывает участок повреждения и останавливает кровотечение. Главную роль в тромбообразовании играют тромбоциты и особые белки свертывания, которые находятся в плазме крови.

Схема остановки кровотечения 1▼



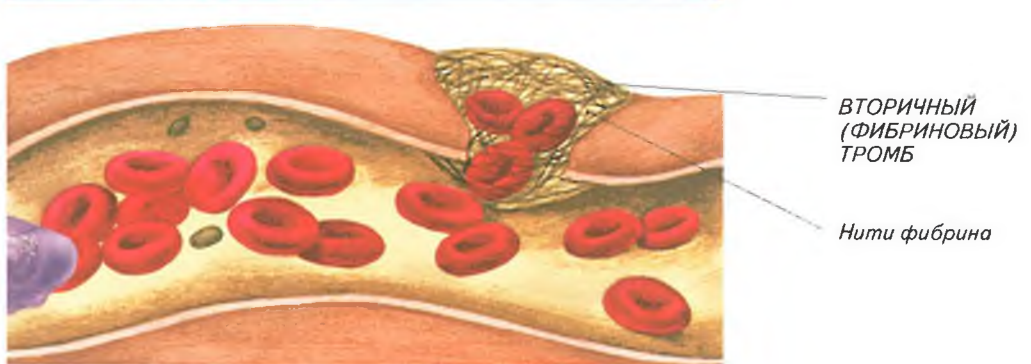
2▶
В ответ на повреждение сосуда активируются тробоциты.
При этом они выпускают отростки и прикрепляются к поврежденным тканям, а также скрепляются друг с другом.



3▶
Активированные тромбоциты образуют первичный тромб в месте повреждения сосуда.
Кроме того, в ответ на повреждение сосуд активно сужается, и кровоток в нем уменьшается.
Таким способом останавливается большинство кровотечений при небольших травмах.

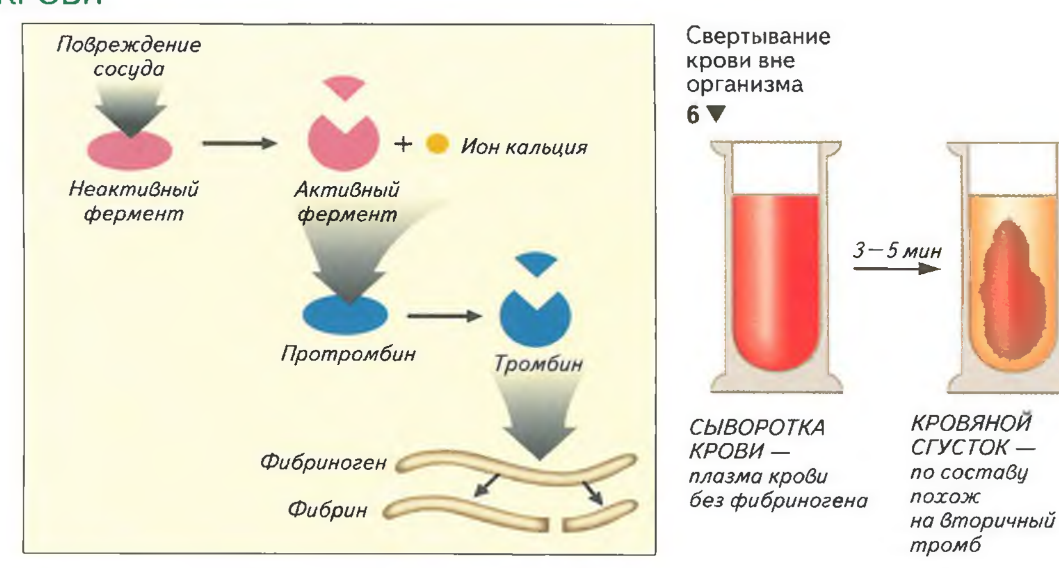


4▶
Когда этого недостаточно, запускается система свертывания крови, и в плазме крови образуется нерастворимый белок фибрин.
Нити фибрина вплетаются в первичный тромб.
В сетях фибрина «запутываются» форменные элементы крови, и получается вторичный тромб, который значительно прочнее первичного.



СИСТЕМА СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ

Большинство белков свертывания — ферменты. Становясь активным, один фермент активирует следующий и так далее, по цепочке. В результате образуется фибрин — основа вторичного тромба.



5▶
Схема свертывания крови

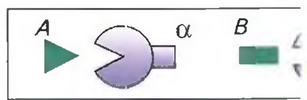
ГРУППЫ КРОВИ

На поверхности эр
тов могут находиться
ные антигены — мол
которые распознают
иммунной системой.
Набор таких антиген
определяет группу к
человека. Наиболее
важными являются
антигены А и В, а та
антиген Rh (резус-ф

Мембр
эритро
группь
AB (IV

СИСТЕМА АВО

Включает антиген
А и В (буква О озна
отсутствие обоих
антигенов).
По наличию или отс
антигенов А и В раз
четыре группы кров



СИСТЕМА Rh

Если эритроциты
Rh (резус-фактор),
резус-положительн
случае — резус-отр

РЕЗУС-КОНФЛИКТ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ
При резус-конфликте во время беременности организм матери вырабатывает антитела к Rh-антигену плода. Это может привести к гибели плода или к рождению больного ребенка.
10▶

Rh-ан
прони
матер

ПЕРЕЛИВАНИЕ КР

При смешивании крови ра
соответствующие антиген
эритроцитов, к их повреж
кровообращения. Поэтом
только кровь его группы



ПОВРЕЖДЕНИЕ СОСУДА

Активные тромбоциты

Неактивные тромбоциты

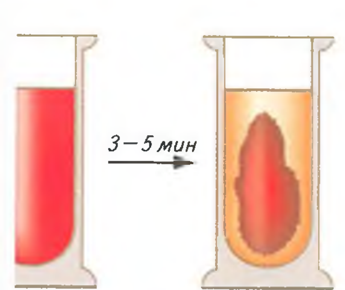
СУЖЕНИЕ СОСУДА

ПЕРВИЧНЫЙ (ТРОМБОЦИТАРНЫЙ) ТРОМБ

ВТОРИЧНЫЙ (ФИБРИНОВЫЙ) ТРОМБ

Нити фибрина

...ивание
...вне
...зма



...ОТКА
... —
... крови
...бриногена

КРОВЯНОЙ СГУСТОК — *по составу похож на вторичный тромб*

ГРУППЫ КРОВИ

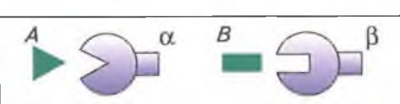
● На поверхности эритроцитов могут находиться различные антигены — молекулы, которые распознаются иммунной системой. Набор таких антигенов определяет группу крови человека. Наиболее важными являются антигены A и B, а также антиген Rh (резус-фактор).

АНТИГЕНЫ
A
B
Rh

Мембрана эритроцита группы крови AB (IV); Rh(+) 7 ▶

СИСТЕМА ABO

● Включает антигены A и B (буква O означает отсутствие обоих антигенов). По наличию или отсутствию антигенов A и B различают четыре группы крови.

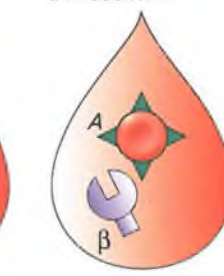


Антигенам A и B соответствуют антитела α и β. Если в эритроцитах нет антигена A или B, то в плазме крови обязательно есть антитела к этому антигену.

◀ 8 ▶

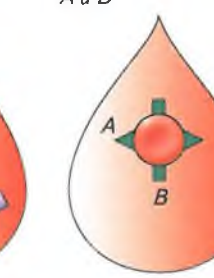
Группа O (I) — нет антигенов ни A, ни B

Группа A (II) — есть только антигены A



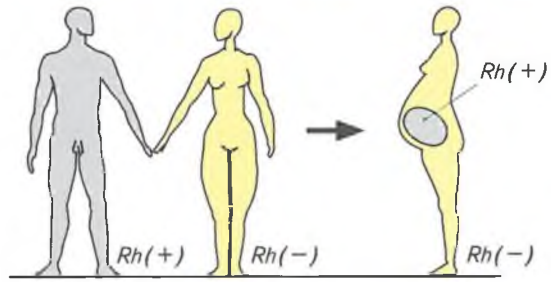
Группа B (III) — есть только антигены B

Группа AB (IV) — есть антигены A и B



СИСТЕМА Rh

● Если эритроциты содержат антиген Rh (резус-фактор), то кровь называется резус-положительной: Rh(+); в противном случае — резус-отрицательной: Rh(−).



◀ 9

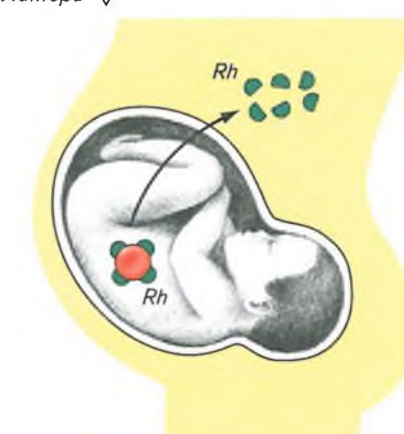
Если Rh(−) женщина забеременеет от Rh(+) мужчины, то плод может оказаться Rh(+). Тогда возникает резус-конфликт.

РЕЗУС-КОНФЛИКТ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ

При резус-конфликте во время беременности организм матери вырабатывает антитела к Rh-антигену плода. Это может привести к гибели плода или к рождению больного ребенка.

10 ▶

Rh-антиген эритроцитов плода проникает через плаценту в организм матери ▽



Иммунная система матери вырабатывает антитела к Rh-антигену ▽



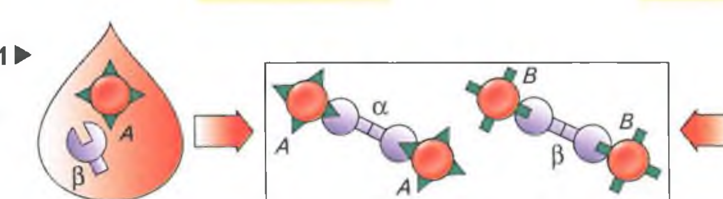
Антитела проникают в организм плода и атакуют его эритроциты ▽



ПЕРЕЛИВАНИЕ КРОВИ

11 ▶

При смешивании крови разных групп антитела атакуют соответствующие антигены. Это приводит к склеиванию эритроцитов, к их повреждению и к нарушениям кровообращения. Поэтому человеку можно переливать только кровь его группы по системе ABO и по Rh.

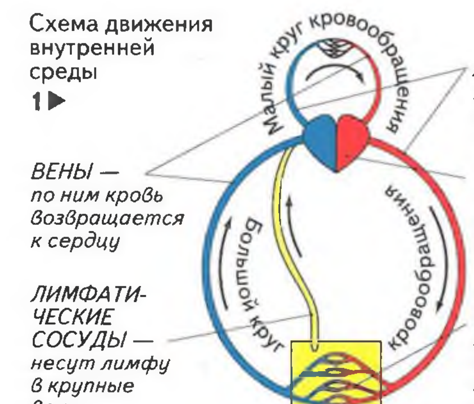


КРОВООБРАЩЕНИЕ

- Внутренняя среда организма находится в постоянном движении, осуществляя обмен веществ между различными органами.
- Кровь движется по замкнутой сердечно-сосудистой системе. Проходя по малому кругу кровообращения через легкие, она насыщается кислородом, а в большом круге кровообращения отдает его другим органам.
- Лимфатическая система не замкнута. Лимфа образуется в органах и по лимфатическим сосудам попадает в кровь.

Схема движения внутренней среды

1 ▶



ВЕНЫ — по ним кровь возвращается к сердцу

ЛИМФАТИЧЕСКИЕ СОСУДЫ — несут лимфу в крупные вены

АРТЕРИИ — по этим сосудам кровь движется от сердца

СЕРДЦЕ — его сокращения обеспечивают движение крови

КРОВЕНОСНЫЕ КАПИЛЛЯРЫ — здесь происходит обмен веществ между кровью и другими тканями

Места впадения лимфатических сосудов в крупные вены

Верхняя полая вена

ГРУДНОЙ ПРОТОК — крупный лимфатический сосуд, собирающий лимфу от большей части тела

ЛИМФАТИЧЕСКИЕ УЗЛЫ

ЛИМФАТИЧЕСКИЕ СОСУДЫ

2 ▶ Лимфатическая система

Яремная вена (правая)

Общая сонная артерия (левая)

Плечеголовная вена (правая)

Плечеголовной ствол

Подключичная вена (правая)

Подключичная артерия (левая)

ВЕРХНЯЯ ПОЛАЯ ВЕНА

Дуга аорты

Легочные вены (правые)

Легочная артерия (левая)

СЕРДЦЕ

НИЖНЯЯ ПОЛАЯ ВЕНА

Плечевые вены (правые)

Плечевая артерия (левая)

АОРТА

ВОРОТНАЯ ВЕНА

Лучевые вены (правые)

Лучевая артерия (левая)

Локтевые вены (правые)

Локтевая артерия (левая)

Общая подвздошная вена (правая)

Общая подвздошная артерия (левая)

Бедренная вена (правая)

Бедренная артерия (левая)

3 ▶ Сердечно-сосудистая система

4 ▶ Схема кровообращения

Яремные вены (правая и левая) несут кровь от головы

Подключичные вены (правая и левая) несут кровь от верхних конечностей

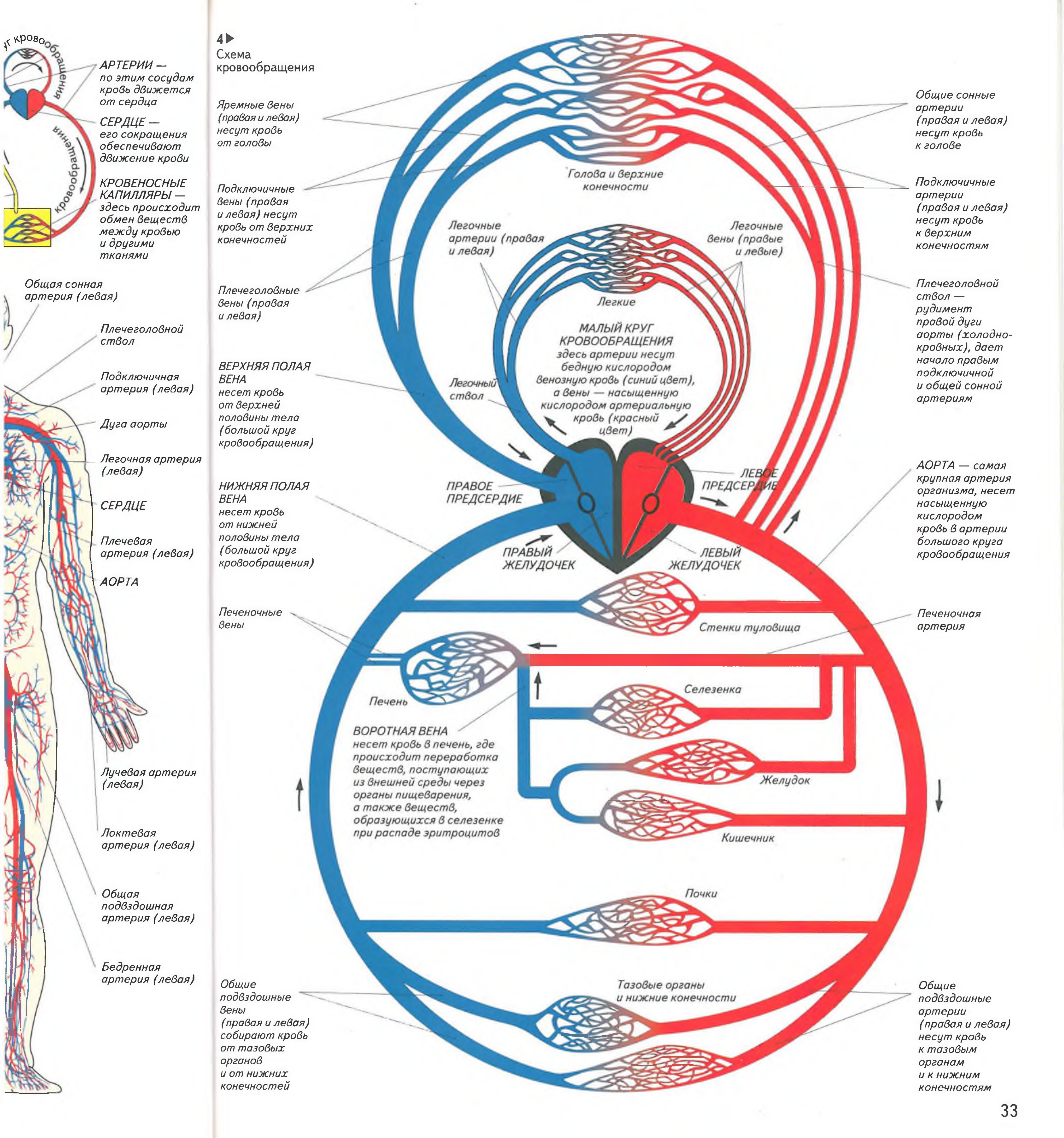
Плечеголовные вены (правая и левая)

ВЕРХНЯЯ ПОЛАЯ ВЕНА несет кровь от верхней половины тела (большой круг кровообращения)

НИЖНЯЯ ПОЛАЯ ВЕНА несет кровь от нижней половины тела (большой круг кровообращения)

Печеночные вены

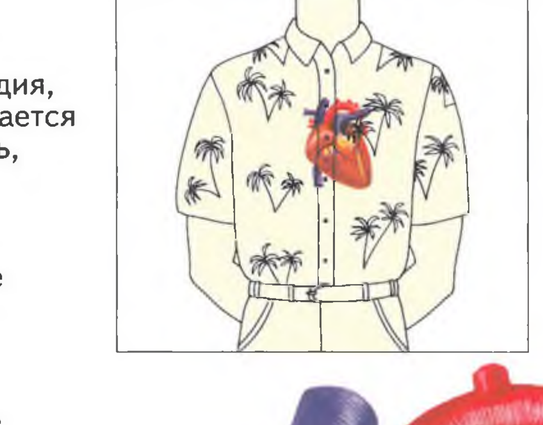
Общие подвздошные вены (правая и левая) собирают кровь от тазовых органов и от нижних конечностей



...уг кровообращения
АРТЕРИИ — по этим сосудам кровь движется от сердца
СЕРДЦЕ — его сокращения обеспечивают движение крови
кровообращения
КРОВЕНОСНЫЕ КАПИЛЛЯРЫ — здесь происходит обмен веществ между кровью и другими тканями
Общая сонная артерия (левая)
Плечеголовной ствол
Подключичная артерия (левая)
Дуга аорты
Легочная артерия (левая)
СЕРДЦЕ
Плечевая артерия (левая)
АОРТА
Лучевая артерия (левая)
Локтевая артерия (левая)
Общая подвздошная артерия (левая)
Бедренная артерия (левая)
4▶
Схема кровообращения
Яремные вены (правая и левая) несут кровь от головы
Подключичные вены (правая и левая) несут кровь от верхних конечностей
Плечеголовные вены (правая и левая)
ВЕРХНЯЯ ПОЛАЯ ВЕНА несет кровь от верхней половины тела (большой круг кровообращения)
НИЖНЯЯ ПОЛАЯ ВЕНА несет кровь от нижней половины тела (большой круг кровообращения)
Печеночные вены
Голова и верхние конечности
Легочные артерии (правая и левая)
Легочные вены (правые и левые)
Легкие
МАЛЫЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ здесь артерии несут бедную кислородом венозную кровь (синий цвет), а вены — насыщенную кислородом артериальную кровь (красный цвет)
Легочный ствол
ПРАВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ
ЛЕВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ
ПРАВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК
ЛЕВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК
Стенки туловища
Печень
Селезенка
ВОРОТНАЯ ВЕНА несет кровь в печень, где происходит переработка веществ, поступающих из внешней среды через органы пищеварения, а также веществ, образующихся в селезенке при распаде эритроцитов
Желудок
Кишечник
Почки
Тазовые органы и нижние конечности
Общие подвздошные вены (правая и левая) собирают кровь от тазовых органов и от нижних конечностей
Общие сонные артерии (правая и левая) несут кровь к голове
Подключичные артерии (правая и левая) несут кровь к верхним конечностям
Плечеголовной ствол — рудимент правой дуги аорты (холоднокровных), дает начало правым подключичной и общей сонной артериям
АОРТА — самая крупная артерия организма, несет насыщенную кислородом кровь в артерии большого круга кровообращения
Печеночная артерия
Общие подвздошные артерии (правая и левая) несут кровь к тазовым органам и к нижним конечностям

СТРОЕНИЕ СЕРДЦА

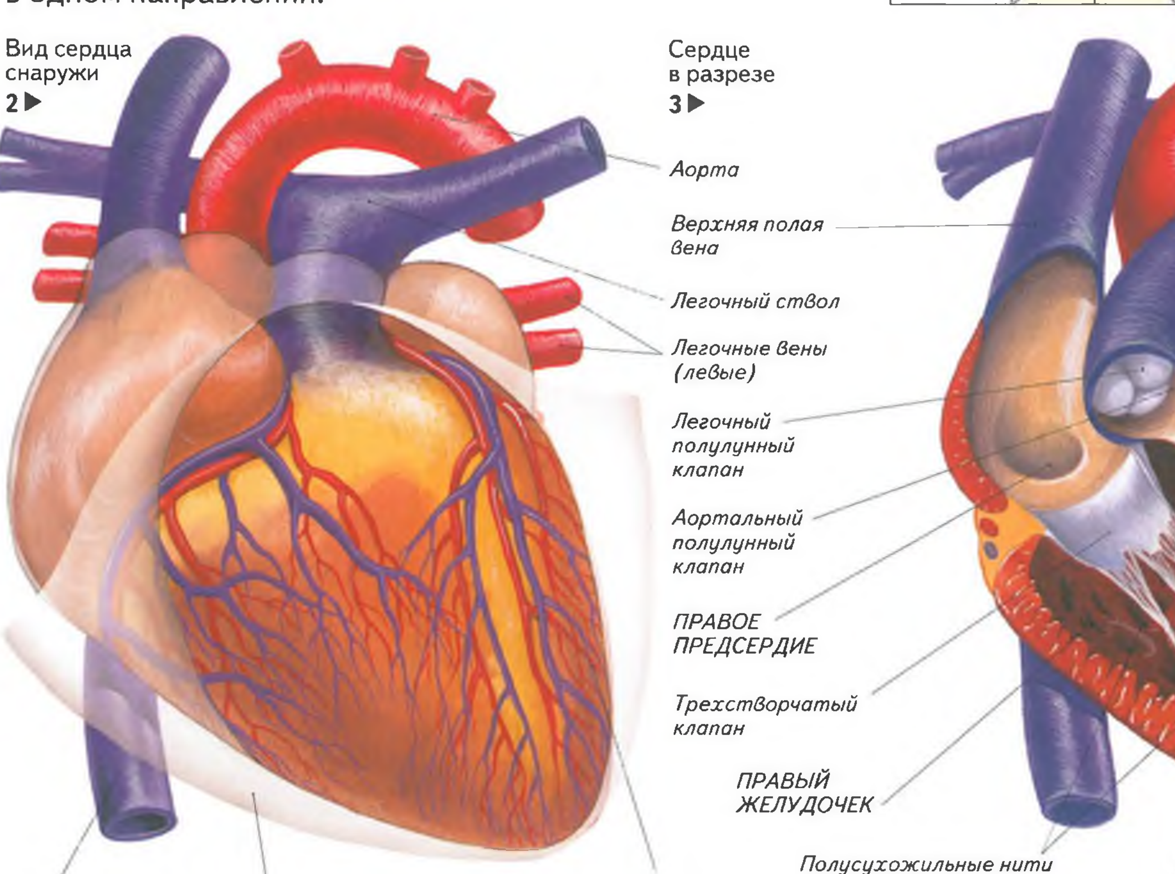
● Сердце имеет четыре камеры — два предсердия и два желудочка. Кровь по венам поступает в предсердия, из которых попадает в желудочки и далее выбрасывается в артерии. В правых камерах сердца протекает кровь, бедная кислородом, а в левых камерах — кровь, насыщенная кислородом. Между предсердиями и желудочками расположены створчатые клапаны, а на выходе из желудочков в артерии — полулунные клапаны. Клапаны сердца пропускают кровь только в одном направлении.



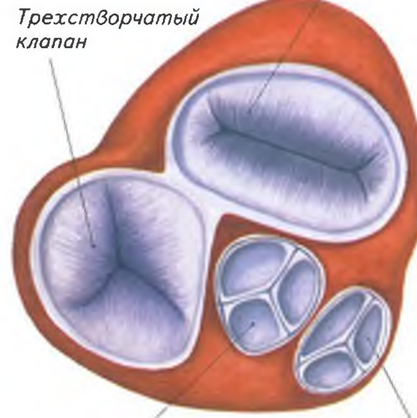
◀1 Сердце расположено почти в центре грудной полости и несколько смещено влево.

Вид сердца снаружи 2▶

Сердце в разрезе 3▶



Разрез сердца на уровне клапанов (вид сверху) 4▼



Работа клапанов сердца 5▶

СТВОРЧАТЫЙ КЛАПАН

Открыт

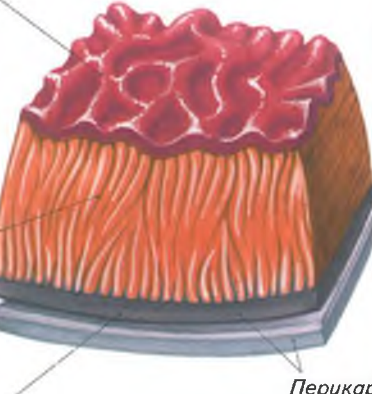
Закрыт

ПОЛУЛУННЫЙ КЛАПАН

Открыт

Закрыт

Стенка сердца имеет трехслойное строение. 6▼



ВНУТРЕННЯЯ ОБОЛОЧКА представлена в основном соединительной тканью, а со стороны полости сердца — эпителием. Она образует клапаны сердца

СРЕДНЯЯ ОБОЛОЧКА — сердечная мышца (миокард) состоит в основном из сердечной мышечной ткани. Обеспечивает сокращение сердца

НАРУЖНАЯ ОБОЛОЧКА (эпикард) в основном соединительнотканная. Эпикард является внутренним листком двухслойной околосердечной сумки — перикарда

РАБОТА СЕРДЦА

● В миокарде есть о
образующие провод
обладают автоматие
возбуждаться, т. е. в
импульсы. Импульсы
мышечным клеткам
В норме возбуждени
в синусно-предсерд
на предсердия, а пот
● Сокращения камер
давления находящей
крови между камера
сосудами создает дв

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА (ЭКГ) отражает электрическую активность миокарда. 8▶



ТОНЫ СЕРДЦА это звуки движения клапанов и стенок сердца. 9▶

10▶ СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ Сокращение (систола) и расслабление (диастола) камер сердца происходят в строгой очередности, образуя сердечный цикл. Каждый такой цикл продолжается около 0,8 с. В нем различают систолу и диастолу предсердий и желудочков, а также промежуток общей диастолы.

Время (
ПРЕДС
Створч клапаны
ЖЕЛУД
Полулу клапаны

Си
Ст
по
Пр
в п
зак



◀1 Сердце расположено почти в центре грудной полости и несколько смещено влево.

Двустворчатый клапан

...ЫЙ ...УДОЧЕК

ЛЕВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ

Стенка сердца имеет трехслойное строение.
6▼

Перикард

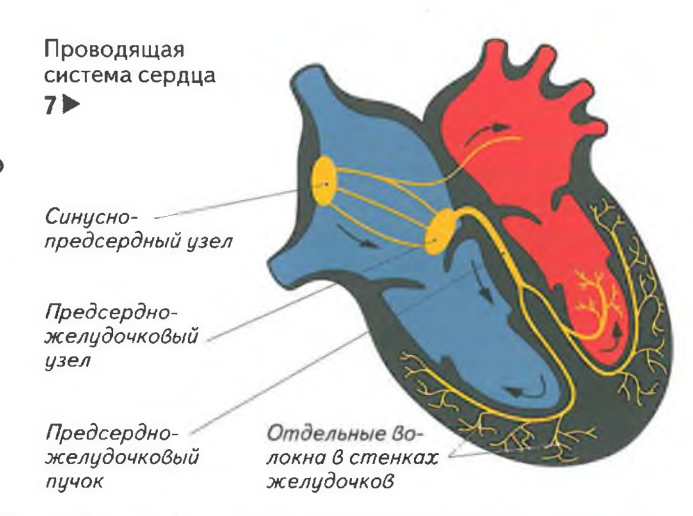
...АРУЖНАЯ ОБОЛОЧКА (эпикард) в ...сновном соединительнотканная. ...пикард является внутренним ...истком двухслойной околосердечной ...умки — перикарда

РАБОТА СЕРДЦА

● В миокарде есть особые мышечные клетки, образующие проводящую систему сердца. Эти клетки обладают автоматией — способностью самопроизвольно возбуждаться, т. е. вырабатывать электрические импульсы. Импульсы проводятся к «рабочим» мышечным клеткам сердца, вызывая их сокращение. В норме возбуждение периодически возникает в синусно-предсердном узле и распространяется на предсердия, а потом на желудочки.

● Сокращения камер сердца приводят к повышению давления находящейся в них крови. Разность давлений крови между камерами сердца и отходящими от него сосудами создает движущую силу кровообращения.

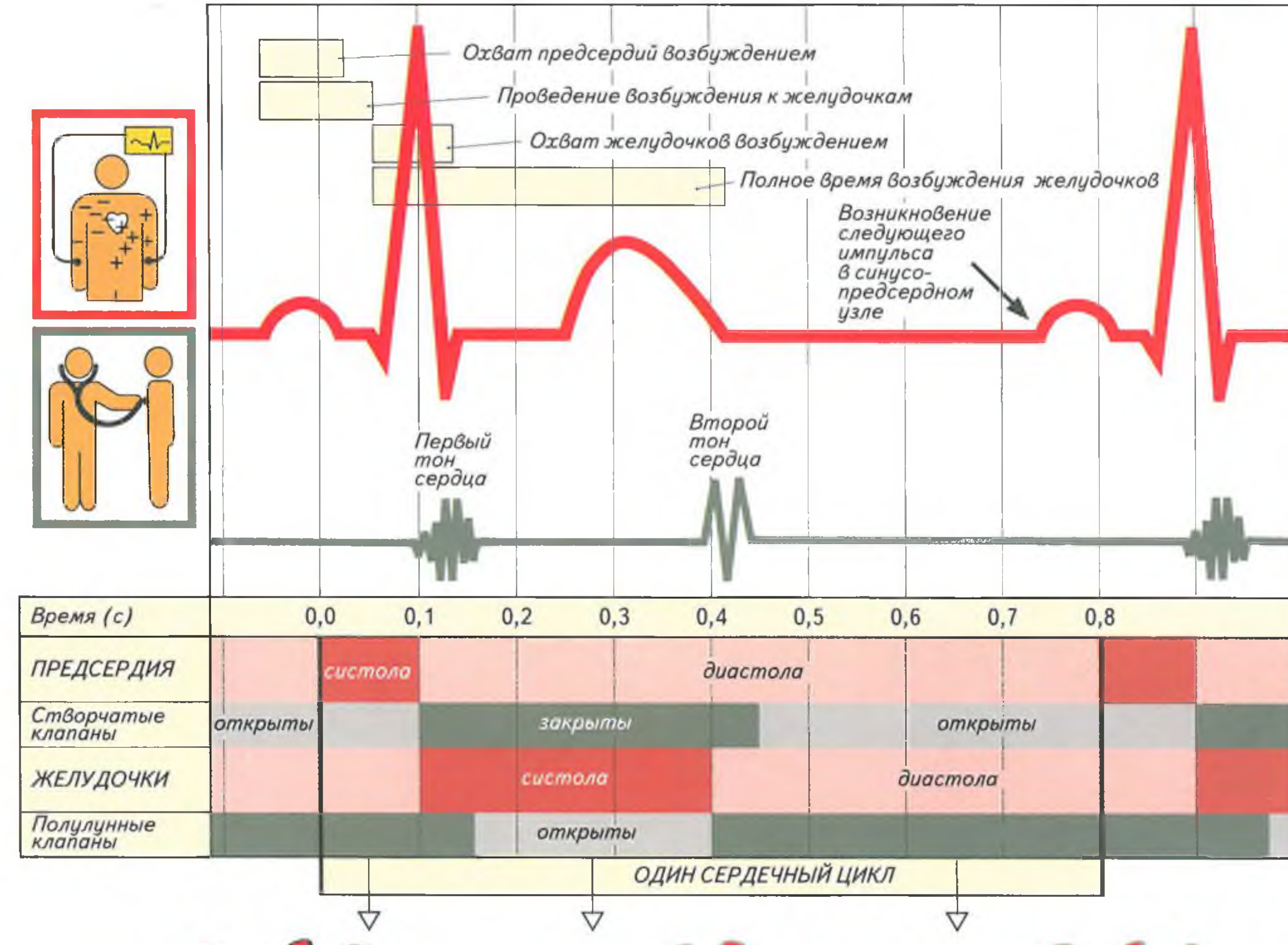
Проводящая система сердца
7▶



ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА (ЭКГ) отражает электрическую активность миокарда.
8▶

ТОНЫ СЕРДЦА это звуки движения клапанов и стенок сердца.
9▶

10▶ СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ Сокращение (систола) и расслабление (диастола) камер сердца происходят в строгой очередности, образуя сердечный цикл. Каждый такой цикл продолжается около 0,8 с. В нем различают систолу и диастолу предсердий и желудочков, а также промежуток общей диастолы.





СИСТОЛА ПРЕДСЕРДИЙ
Створчатые клапаны открыты, полулунные — закрыты. Предсердия выбрасывают в почти наполненные желудочки заключительную порцию крови

СИСТОЛА ЖЕЛУДОЧКОВ
Желудочки сокращаются. Под давлением крови в них створчатые клапаны закрываются, а полулунные — открываются, и кровь выбрасывается в артерии



ОБЩАЯ ПАУЗА
Желудочки расслабляются, давление в них снижается. Створчатые клапаны вновь открываются, а полулунные — закрываются. Предсердия и желудочки наполняются кровью, поступающей из вен

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СОСУДОВ

АРТЕРИИ

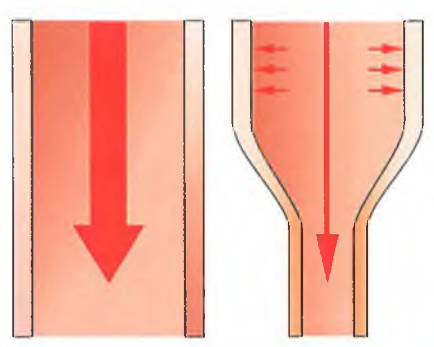
● Толстая и упругая стенка артерий позволяет им выдерживать высокое давление крови. Гладкие мышцы артерий регулируют их просвет и сопротивление кровотоку. Таким образом артерии поддерживают в аорте давление, необходимое для поступления крови в органы, и распределяют кровоток в соответствии с потребностями каждого органа.



3 ▶ Доля разных сосудов в создании сопротивления кровотоку

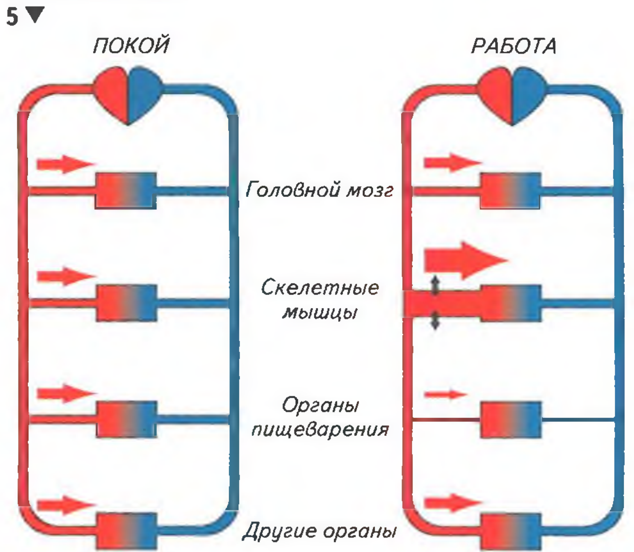
При сужении артерии крови через нее проходит меньше, а давление перед местом сужения повышается.


4 ▼



При физической работе артерии скелетных мышц расширяются, и в мышцы поступает больше крови. Одновременно сужаются артерии органов пищеварения, благодаря чему поддерживается высокое давление крови в аорте, необходимое для поступления крови в головной мозг.

5 ▼



Строение крупной артерии

2 ▶

НАРУЖНАЯ ОБОЛОЧКА образована волокнистой соединительной тканью

СРЕДНЯЯ ОБОЛОЧКА содержит гладкую мышечную ткань и эластические волокна

ВНУТРЕННЯЯ ОБОЛОЧКА в основном образована однослойным эпителием

Основные характеристики отделов сосудистого русла

1 ▼

Общая площадь просвета всех сосудов данного типа, см² — 3500; 0

Среднее давление крови, мм рт.ст. — 120; 0

Средняя скорость движения крови, см / с — 20; 0

АРТЕРИИ — КАПИЛЛЯРЫ — ВЕНЫ

КРОВЕНОСНЫЕ КАПИЛЛЯРЫ

● Стенка капилляров очень тонкая — она образована одним слоем эпителиальных клеток, лежащих на базальной мембране. Капилляров очень много, поэтому общая площадь их поверхности огромна. Эти сосуды осуществляют главную функцию кровообращения — обмен веществами между кровью и другими тканями.


6 ▶ Общая площадь внутренней поверхности разных сосудов



Базальная мембрана

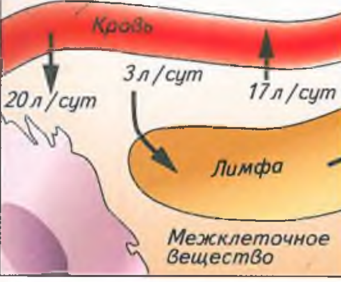
Клетки эпителия

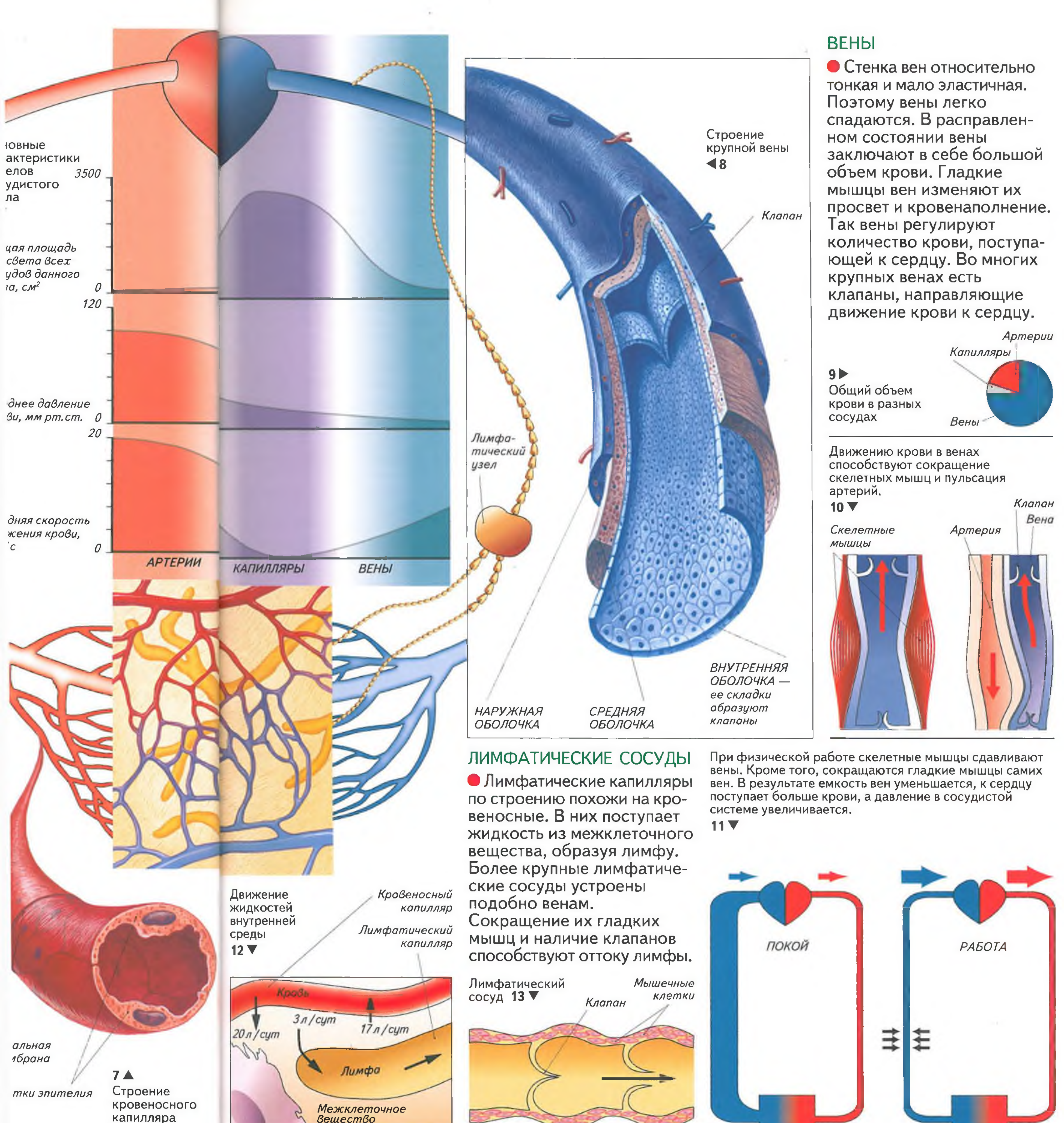
7 ▲ Строение кровеносного капилляра

Движение жидкостей внутренней среды

12 ▼







ВЕНЫ

● Стенка вен относительно тонкая и мало эластичная. Поэтому вены легко спадаются. В расправленном состоянии вены заключают в себе большой объем крови. Гладкие мышцы вен изменяют их просвет и кровенаполнение. Так вены регулируют количество крови, поступающей к сердцу. Во многих крупных венах есть клапаны, направляющие движение крови к сердцу.

ЛИМФАТИЧЕСКИЕ СОСУДЫ

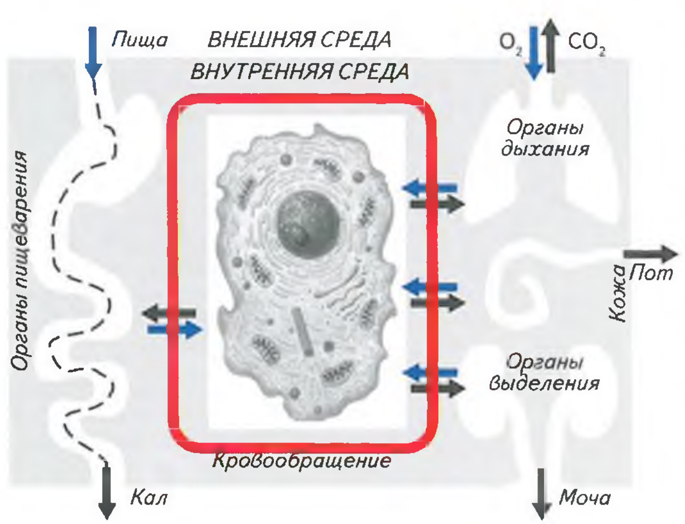
● Лимфатические капилляры по строению похожи на кровеносные. В них поступает жидкость из межклеточного вещества, образуя лимфу. Более крупные лимфатические сосуды устроены подобно венам. Сокращение их гладких мышц и наличие клапанов способствуют оттоку лимфы.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

Обмен веществ и энергии является одним из основных и неотъемлемых признаков жизни. Обмен веществ заключается в перемещении химических веществ из внешней среды во внутреннюю и обратно (*внешний обмен*), а также в перемещении и преобразовании веществ внутри организма (*промежуточный обмен*). Обмен веществ включает в себя разнообразные химические реакции синтеза, распада, окисления и взаимопревращений различных молекул. Все эти реакции осуществляются при обязательном участии многочисленных ферментов.

Обмен веществ между организмом и внешней средой

1 ▼



ВНЕШНИЙ ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Внешний обмен складывается из трех процессов: питания, дыхания и выделения (рис. 1).

Питание обеспечивает поступление в организм из внешней среды различных веществ, необходимых как строительный материал и источник энергии. Перед этим многие органические вещества должны пройти определенную подготовку в процессе *пищеварения*. Питание и тесно связанное с ним пищеварение осуществляются *органами пищеварения*.

Дыхание представляет собой совокупность процессов поступления в организм кислорода и выведения углекислого газа. Кислород необходим для *биологического окисления* органических веществ, которое является основным источником энергии для работы организма. Углекислый газ образуется в процессе биологического окисления. Газообмен между организмом и окружающей средой осуществляется *органами дыхания*.

Выделением называется переход веществ из внутренней среды организма во внешнюю среду (показано на рис.1 черными стрелками). Выделению подлежат «лишние» или вредные соединения, как образующиеся в самом организме, так и поступающие из внешней среды. Это, прежде всего, конечные продукты распада и биологического окисления органических веществ. Кроме того, выделяться должны вода и другие неорганические соединения, в избытке поступившие в организм с пищей, а также различные вещества, в том числе ядовитые, случайно попавшие в организм. Функция выделения распределена между несколькими органами. Кроме специализированных *органов выделения* эту функцию выполняют органы дыхания, органы пищеварения и кожа.

ГЛАВНЫЕ ПУТИ ОБМЕНА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Проследим основные этапы обмена органических веществ, используя рисунок 2.

Первым важным этапом является поступление различных органических веществ в организм в процессе питания (пищеварения). При этом крупные органические молекулы сначала расщепляются пищеварительными ферментами до элементарных структурных блоков (цифра 1 на рис. 2). Так, белки распадаются до аминокислот, жиры — до глицерола и жирных кислот, полисахариды — до моносахаридов (в частности, крахмал расщепляется до глюкозы). Образовавшиеся структурные блоки поступают во внутреннюю среду организма и в дальнейшем, подобно деталям конструктора, используются клетками для *синтеза* собственных органических веществ (цифра 2 на рис. 2).

Важно, что органические вещества, синтезируемые клетками человека, могут довольно сильно отличаться по строению от веществ, поступающих с пищей. Например, гликоген (основной резервный полисахарид клеток человека) устроен не так, как крахмал — растительный полисахарид, составляющий основную массу углеводов пищи. Вместе с тем, большинство крупных органических молекул как человеческого организма, так и пищи построены из одинаковых структурных блоков (например, и гликоген, и крахмал состоят из глюкозы). Благодаря этому упрощаются различные перестройки молекул.

Синтезированные в организме белки, жиры и углеводы используются для выполнения тех или иных функций. При этом жиры и углеводы могут «откладываться про запас». Углеводы запасаются в виде гликогена. Включения гликогена есть практически во всех клетках организма, но основные его запасы находятся в печени и в мышцах. Жиры накапливаются в жировой ткани. Запасы белков в организме человека не создаются.

Рано или поздно все синтезированные организмом молекулы опять подвергаются *распаду* (цифра 3 на рис. 2), а образующиеся структурные блоки возвращаются в «кругооборот» органических веществ. Так, при необходимости, из гликогена вновь образуется глюкоза, которая используется организмом.

Рассмотрим следующий этап обмена органических веществ, обозначенный на рис. 2 цифрой 4. На этом этапе небольшие органические молекулы (глюкоза, аминокислоты, жирные кислоты и др.) подвергаются дальнейшему распаду с образованием продуктов, общих для обмена белков, жиров и углеводов (обозначены на рисунке синим цветом). На этом этапе пути превращений разных органических веществ тесно переплетаются, а промежуточные продукты расщепления одних веществ могут быть использованы для синтеза других. В результате становится возможным образование жиров и углеводов друг из друга, а также из белков (аминокислот). Однако аминокислоты, а следовательно, и белки не могут быть получены только из продуктов распада жиров и углеводов. Объясняется это тем, что в молекулах аминокислот обязательно содержатся атомы азота, которых нет в молекулах углеводов и жиров. Поэтому для образования одних аминокислот (и белков) необходим распад других. Отсюда следует вывод о незаменимости белков в питании человека.

Химические реакции завершающего этапа полного распада органических веществ одинаковы для белков, жиров и углеводов (цифра 5 на рис. 2). В этих реакциях осуществляются два процесса:
1) окончательное разрушение органических молекул с образованием углекислого газа (CO_2);
2) окисление промежуточных продуктов кислородом с образованием воды (H_2O) и выделением большого количества энергии. Второй процесс составляет суть дыхания.

Таким образом, в результате полного распада и окисления органических веществ, из них получаются неорганические вещества — углекислый газ и вода. Так как аминокислоты содержат атомы азота, при их распаде образуется еще и аммиак (NH_3). Перечисленные конечные продукты обмена органических веществ удаляются из организма в процессе выделения: вода и аммиак преимущественно с мочой, а углекислый газ — с выдыхаемым воздухом.

ОБМЕН ЭНЕРГИИ

Главным источником энергии в организме человека является клеточное дыхание — окисление органических веществ с участием кислорода. Кроме того, немного энергии образуется в предшествующих окислению реакциях распада органических молекул (см. рис. 2). Основным «топливом» для организма обычно служат углеводы и жиры, и только в крайних случаях для получения энергии используются белки.

Выделяющаяся при распаде и окислении веществ энергия идет на синтез АТФ. В дальнейшем АТФ распадается, а энергия опять выделяется и используется для осуществления различных процессов жизнедеятельности, в том числе для синтеза органических веществ. Обратите внимание, как обмен энергии связывает между собой два противоположных направления обмена веществ: распад и окисление одних органических соединений дают энергию, необходимую для синтеза других (см. рис. 2).

Скорость потребления энергии организмом прямо отражает интенсивность процессов жизнедеятельности. В среднем, взрослому человеку, занятому легким физическим трудом, необходимо около 10 000 кДж энергии в сутки. Примерно 40% этой энергии расходуется скелетными мышцами на их сокращение, около 25% — печенью (на синтез веществ), 15% — головным мозгом (на поддержание заряда наружной мембраны нейронов), примерно 10% тратится на работу сердца и еще 10% — на обеспечение функций других органов. Даже если человек находится в полном покое, ему все равно требуется около 7000 кДж энергии в сутки только для поддержания своего существования, в частности для постоянного обновления своего состава: для замены разрушающихся молекул, гибнущих клеток и т.п.

Из курса физики известно, что КПД любого устройства, преобразующего энергию, всегда меньше 100%. Поэтому на всех этапах обмена энергии в организме часть ее обязательно теряется в виде тепла, которое выделяется во внешнюю среду. Примерно 80% теплоотдачи организма обеспечивается кожей, 15% — легкими, 5% — другими органами.

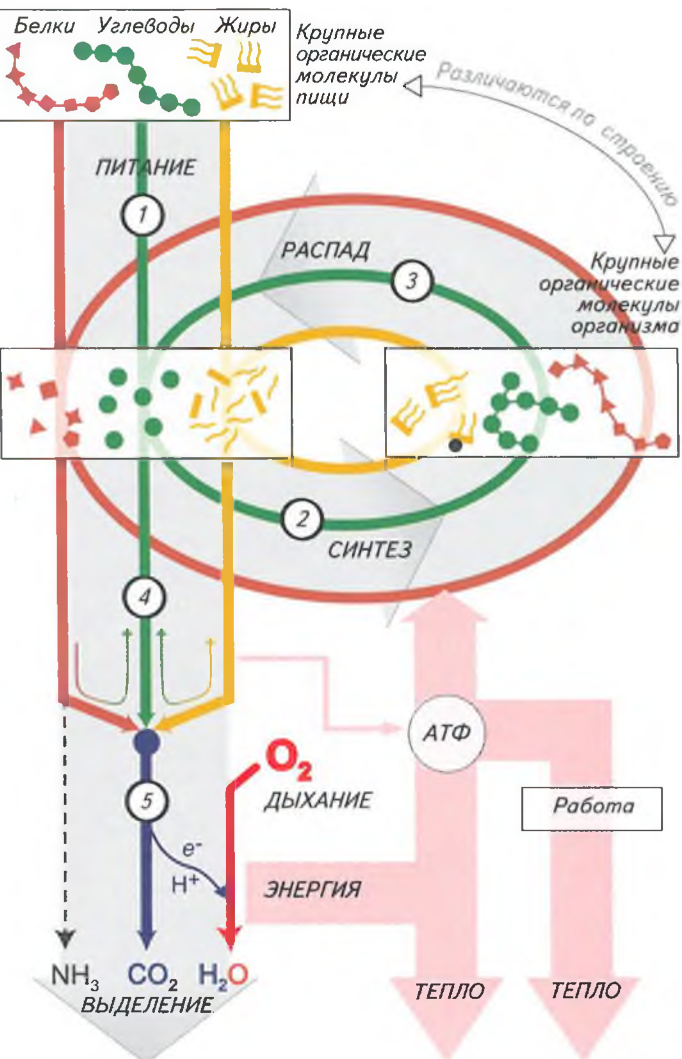
ОБМЕН НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

В течение суток человек потребляет с питьем и пищей в среднем 2200 мл воды с растворенными в ней минеральными солями (в основном, хлоридом натрия — около 5 г/сут). Еще около 200 мл воды ежесуточно образуется в самом организме в результате окисления органических веществ. Выделяются вода и минеральные вещества в основном с мочой (около 1500 мл/сут). Существенно меньше воды выделяется с потом (около 500 мл/сут), с выдыхаемым воздухом (около 400 мл/сут) и с калом (около 100 мл/сут).

В отличие от органических веществ, вода и минеральные соли не используются для получения энергии, не подвергаются сложным превращениям в процессах промежуточного обмена и выделяются из организма в том же виде, что и поступают в него.

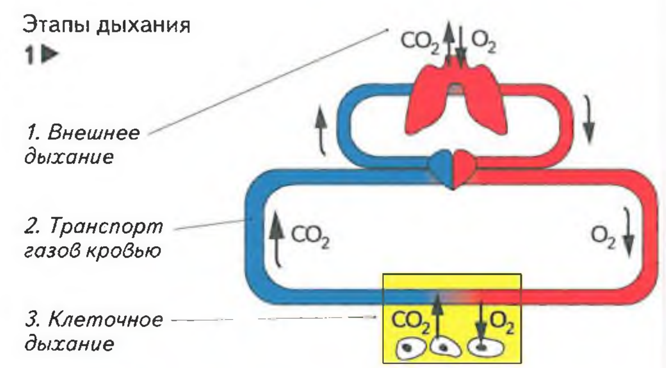
Основные пути обмена органических веществ и энергии

2 ▼



ДЫХАНИЕ

Дыхание — это процесс потребления организмом кислорода и выделения углекислого газа. Газообмен между атмосферным воздухом и кровью называется внешним дыханием и обеспечивается органами дыхания — легкими и внелегочными дыхательными путями. Газообмен между легкими и другими органами осуществляет система кровообращения. Клеточное дыхание — биологическое окисление — обеспечивает организм энергией.



СТРОЕНИЕ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

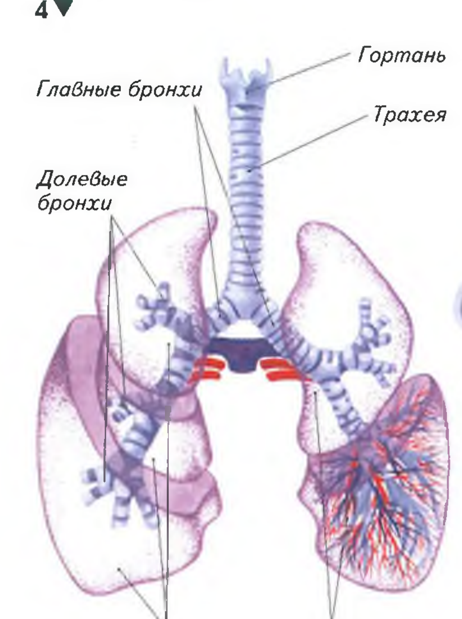
Органы дыхания в целом
2▶

Носовая полость
Гортань
Трахея
Бронхи
ЛЕГКИЕ
Плевра
Плевральная полость
ГЛАВНЫЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ МЫШЦЫ
Межреберные мышцы
Диафрагма

ВЕРХНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПУТИ
3▶

Отверстия для выхода обонятельных нервов
Наружный нос
Носовые ходы
Твердое нёбо
Мягкое нёбо
Носоглотка
Ротоглотка
Гортаноглотка

НИЖНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПУТИ И ЛЕГКИЕ
4▼



Строение трахеи и крупных бронхов
5▶

Хрящевые элементы (придают дыхательным путям жесткость)
Слизистая оболочка

Строение мелкого бронха
6▼

Слизистая оболочка
Мышечная оболочка (ее клетки регулируют просвет бронхов)

Кровеносные капилляры
Артерии легких (несут венозную кровь)
Вены легких (несут артериальную кровь)
Венозная кровь
Артериальная кровь
CO_2
O_2

▲7▶
Легочные альвеолы — место газообмена между воздухом и кровью

ФУНКЦИИ ДЫХАТЕ

Дыхательные пути, к
кондиционер, согрева
(или охлаждают) возд
поступающий к легким
увлажняют его и очищ
от пыли и микробов.
В дыхательных путях
находятся обонятельн
рецепторы, а также ре
торы, раздражение кот
вызывает защитные ре
ции — кашель и чихан
Кроме того, дыхатель
пути необходимы для
создания голоса и реч

ГОЛОС

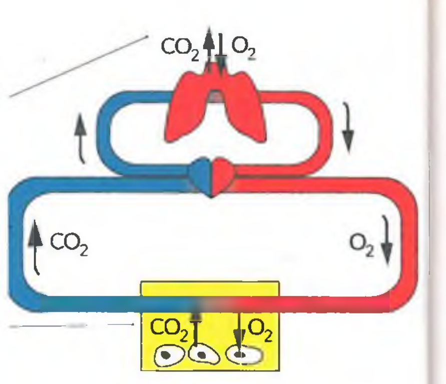
Голос создается гортанью. Она состоит из хрящей, которые подвижно соединены друг с другом и способны перемещаться соматическими мышцами гортани.
9▶

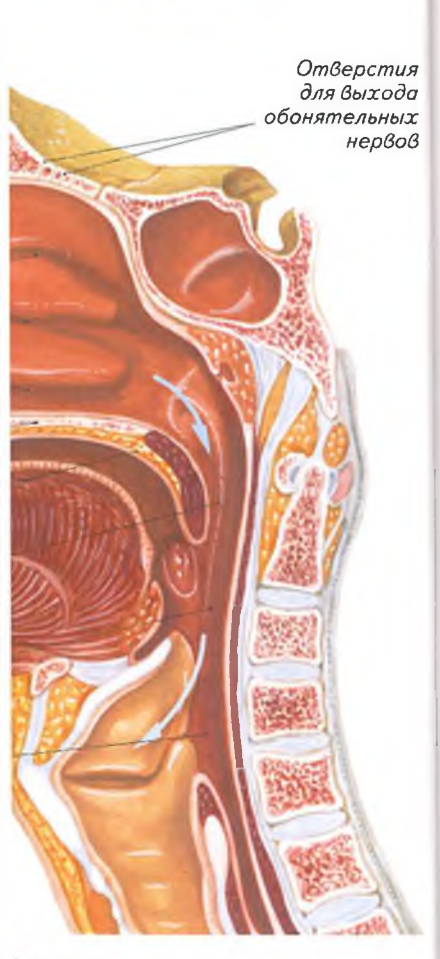
При создании голоса мышцы гортани сокращаются и голосовые связки натягиваются. На выдохе струя воздуха прорывается через закрытую голосовую щель, и возникают звуковые колебания — голос.
10▶

Щитовид
хрящ
СВОБО

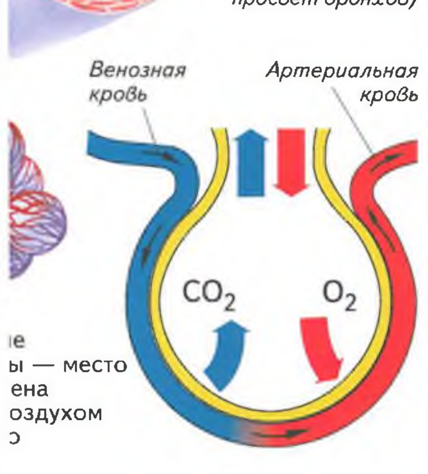
Высота голоса (частота звуковых колебаний) зависит от степени напряжения и от длины голосовых связок. У мужчин гортань крупнее (образует кадык), голосовые связки длиннее и голос ниже.
11▶

ВЫСОТА ГОЛОСА
ДЛИНА





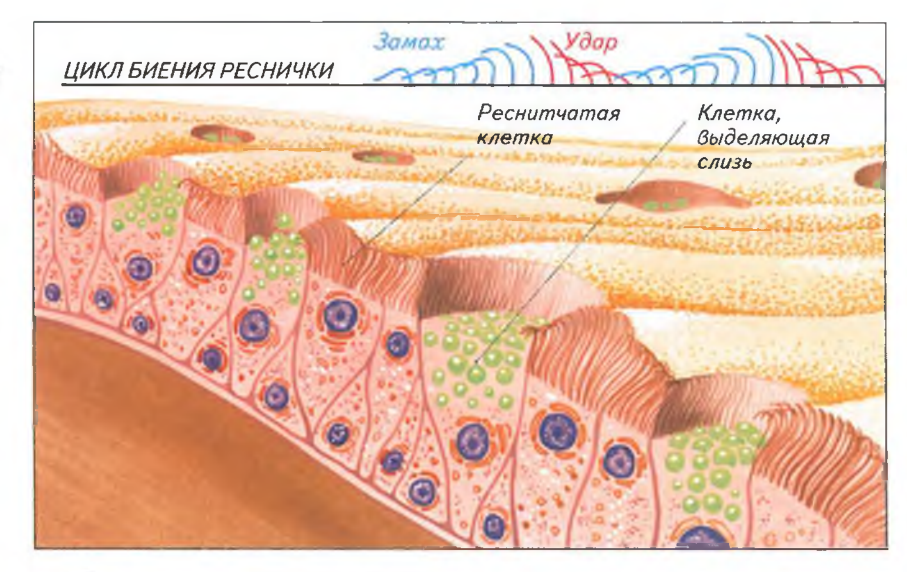




ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

● Дыхательные пути, как кондиционер, согревают (или охлаждают) воздух, поступающий к легким, увлажняют его и очищают от пыли и микробов. В дыхательных путях находятся обонятельные рецепторы, а также рецепторы, раздражение которых вызывает защитные реакции — кашель и чихание. Кроме того, дыхательные пути необходимы для создания голоса и речи.

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ЭПИТЕЛИЙ
Дыхательные пути выстланы мерцательным эпителием, большинство клеток которого имеет реснички. Согласованное биение ресничек способствует удалению из дыхательных путей слизи с пылью и микробами.
8▶



ГОЛОС

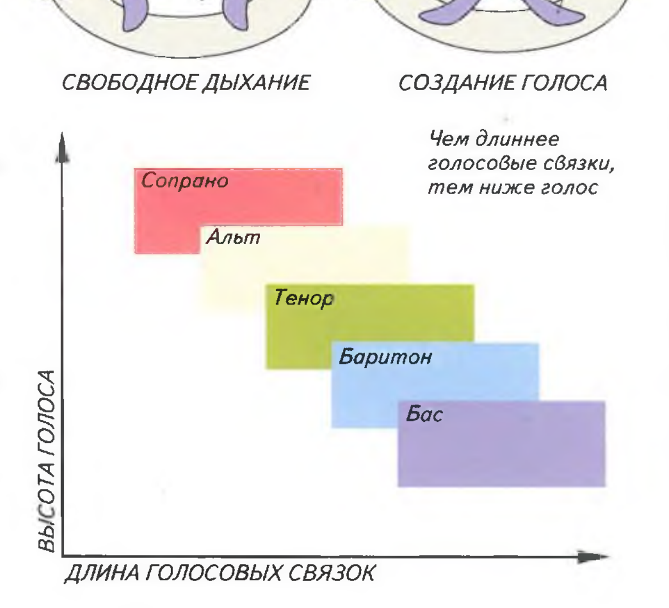
Голос создается гортанью. Она состоит из хрящей, которые подвижно соединены друг с другом и способны перемещаться соматическими мышцами гортани.
9▶



При создании голоса мышцы гортани сокращаются и голосовые связки натягиваются. На выдохе струя воздуха прорывается через закрытую голосовую щель, и возникают звуковые колебания — голос.
10▶

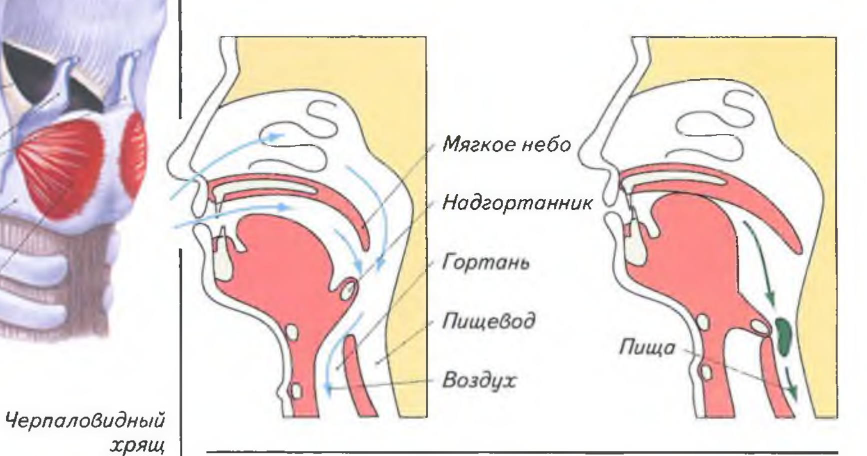
Щитовидный хрящ
Голосовые связки
Черпаловидный хрящ
Голосовая щель
СВОБОДНОЕ ДЫХАНИЕ
СОЗДАНИЕ ГОЛОСА

Высота голоса (частота звуковых колебаний) зависит от степени напряжения и от длины голосовых связок. У мужчин гортань крупнее (образует кадык), голосовые связки длиннее и голос ниже.
11▶



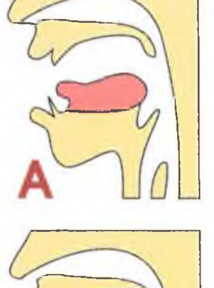
ГЛОТАНИЕ

При проглатывании пищи гортань приподнимается, а надгортанник опускается, закрывая вход в гортань. Мягкое нёбо в этот момент перекрывает пище путь в носовую полость.
12▼



РЕЧЬ

Звуки речи образуются из голоса (создается гортанью) и шума (возникает, когда воздух проходит через сужения в ротовой и носовой полостях). Гласные звуки создаются в основном голосом, глухие согласные — шумом, звонкие согласные — голосом и шумом. Главную роль при этом играет положение губ и языка.
13▶

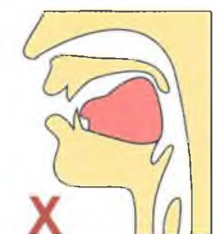








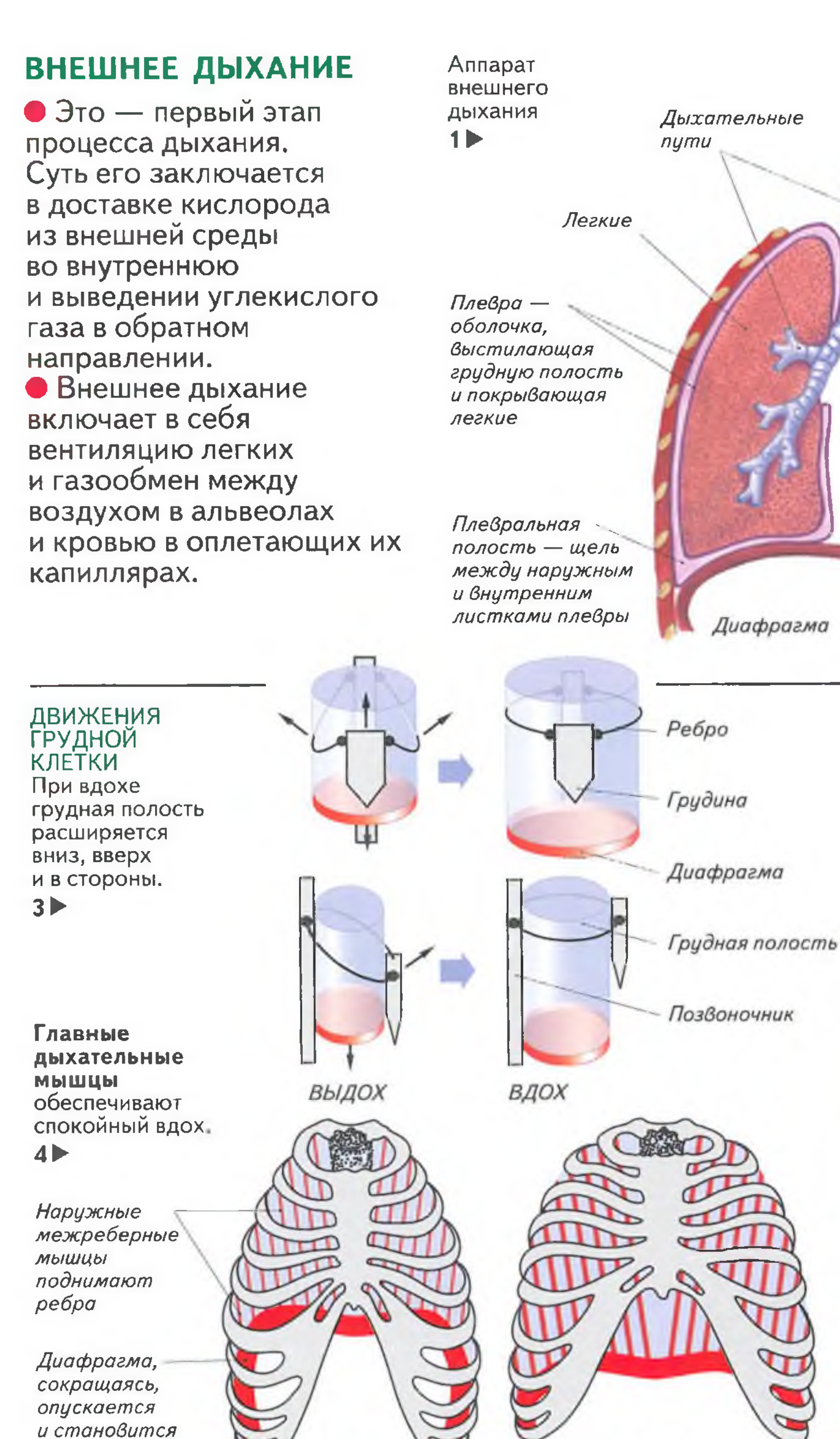




ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ

● Это — первый этап процесса дыхания. Суть его заключается в доставке кислорода из внешней среды во внутреннюю и выведении углекислого газа в обратном направлении.

● Внешнее дыхание включает в себя вентиляцию легких и газообмен между воздухом в альвеолах и кровью в оплетающих их капиллярах.



Действие межреберных мышц основано на принципе рычага: в точке А сила тяги имеет большее плечо, чем в точке В, поэтому нижнее ребро движется вверх.
2 ▼

ЛЕГОЧНЫЕ ОБЪЕМЫ

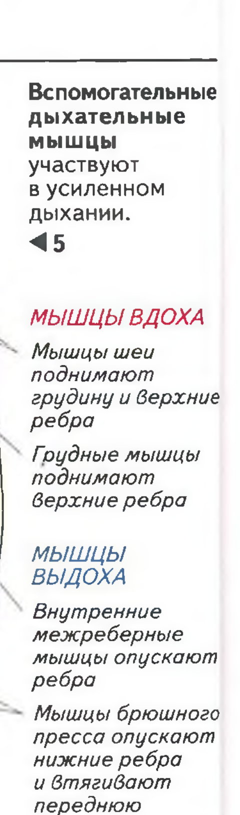
При спокойном дыхании за один вдох в легкие входит 0,3—0,5 л воздуха (дыхательный объем). При самом глубоком дыхании дыхательный объем может достигать 3—5 л (жизненная емкость легких). Но и тогда после выдоха в легких остается более 1 л воздуха (остаточный объем).
7 ▶

ДВИЖЕНИЯ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

При вдохе грудная полость расширяется вниз, вверх и в стороны.
3 ▶

Главные дыхательные мышцы обеспечивают спокойный вдох.
4 ▶

Вспомогательные дыхательные мышцы участвуют в усиленном дыхании.
◀ 5



МЕРТВОЕ ПРОСТРАНСТВО

образовано теми областями органов дыхания, где нет газообмена с кровью. В норме это внелегочные дыхательные пути и большинство бронхов. Объем заключенного в них воздуха — около 150 мл, что составляет 30% дыхательного объема при спокойном дыхании. Таким образом, в обычных условиях почти треть вдыхаемого воздуха не участвует в газообмене.
8 ▶

ДВИЖЕНИЯ ЛЕГКИХ

Спокойный вдох осуществляется всегда активно — за счет сокращения дыхательных мышц. Движения ребер и диафрагмы передаются к легким через герметичную плевральную полость. Спокойный выдох происходит пассивно — за счет эластичности легких.
6 ▶

При сокращении мышц вдоха расширяется грудная полость, давление в легких становится ниже атмосферного, и в них входит воздух

Когда мышцы вдоха расслабляются, легкие сжимаются под действием упругих сил. Давление в легких повышается, и из них выходит воздух

ТРИ ВОПРОСА П
МЕРТВОЕ ПРОСТ

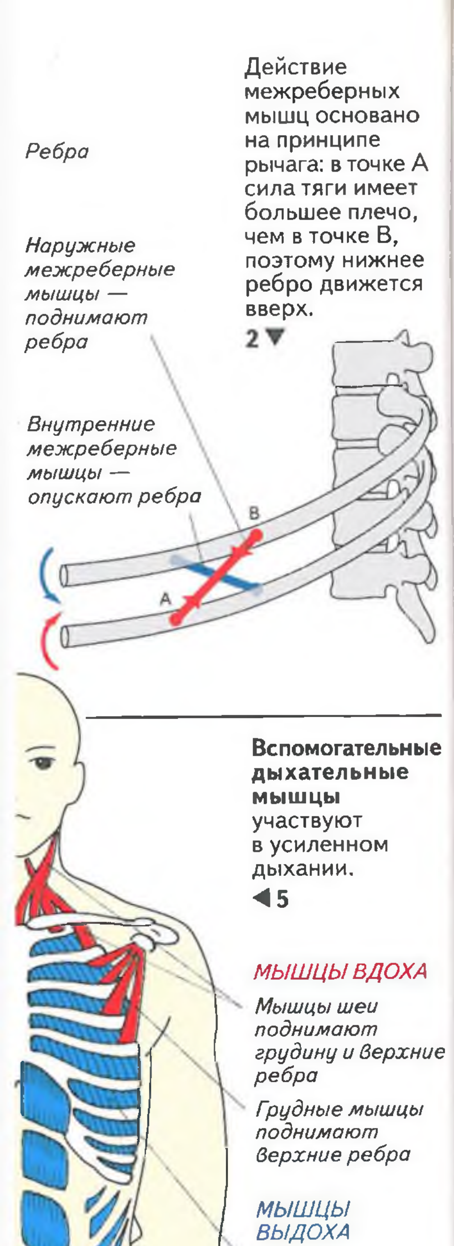
Почему в выды воздухе содер больше кислор в альвеолярно

Почему при ре но глубоком д газообмен в ле эффективнее, частом, но пове

Почему дыхате у индейца на р справа не може длинной?
10 ▶

Действие межреберных мышц основано на принципе рычага: в точке А сила тяги имеет большее плечо, чем в точке В, поэтому нижнее ребро движется вверх.

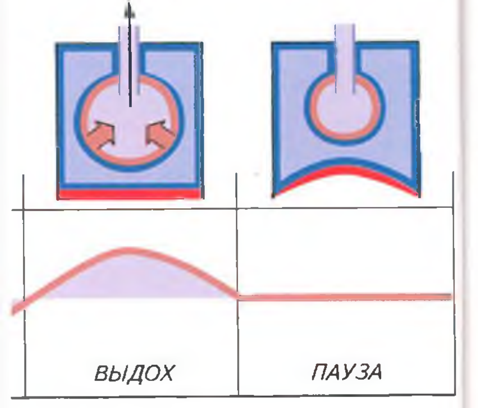
2 ▼



Вспомогательные дыхательные мышцы участвуют в усиленном дыхании.

◀ **5**

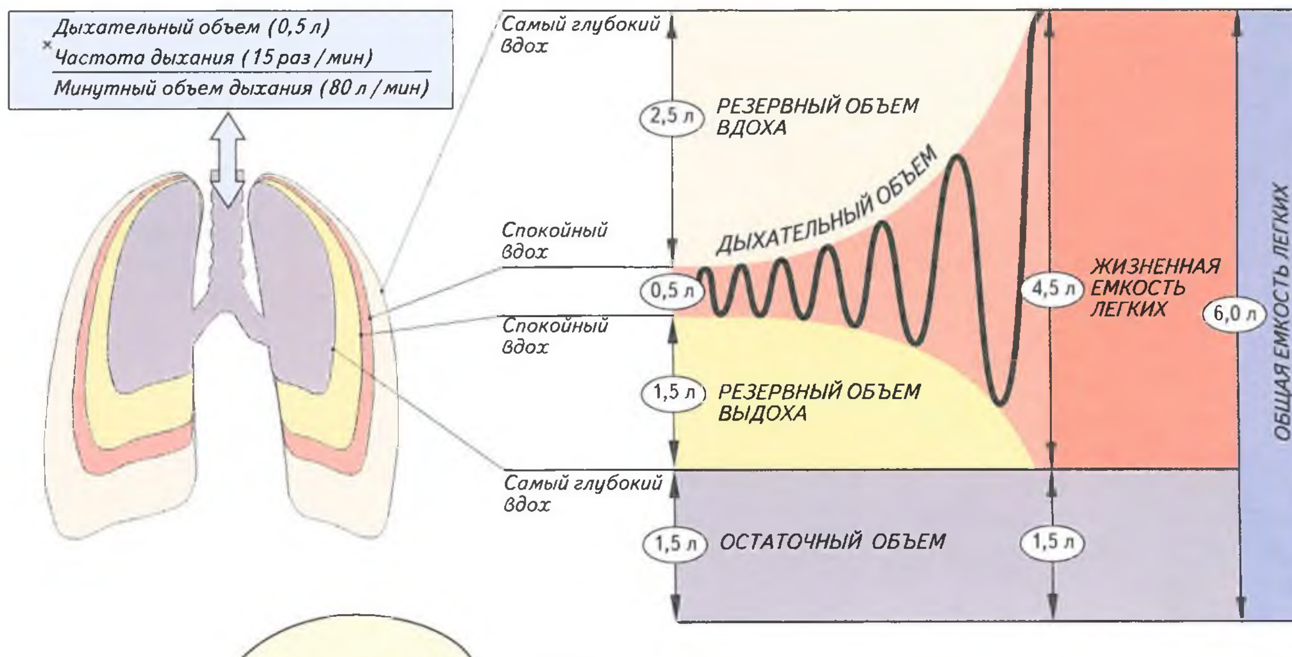
Когда мышцы вдоха расслабляются, легкие сжимаются под действием упругих сил. Давление в легких повышается, и из них выходит воздух



ЛЕГОЧНЫЕ ОБЪЕМЫ

При спокойном дыхании за один вдох в легкие входит 0,3—0,5 л воздуха (дыхательный объем). При самом глубоком дыхании дыхательный объем может достигать 3—5 л (жизненная емкость легких). Но и тогда после выдоха в легких остается более 1 л воздуха (остаточный объем).

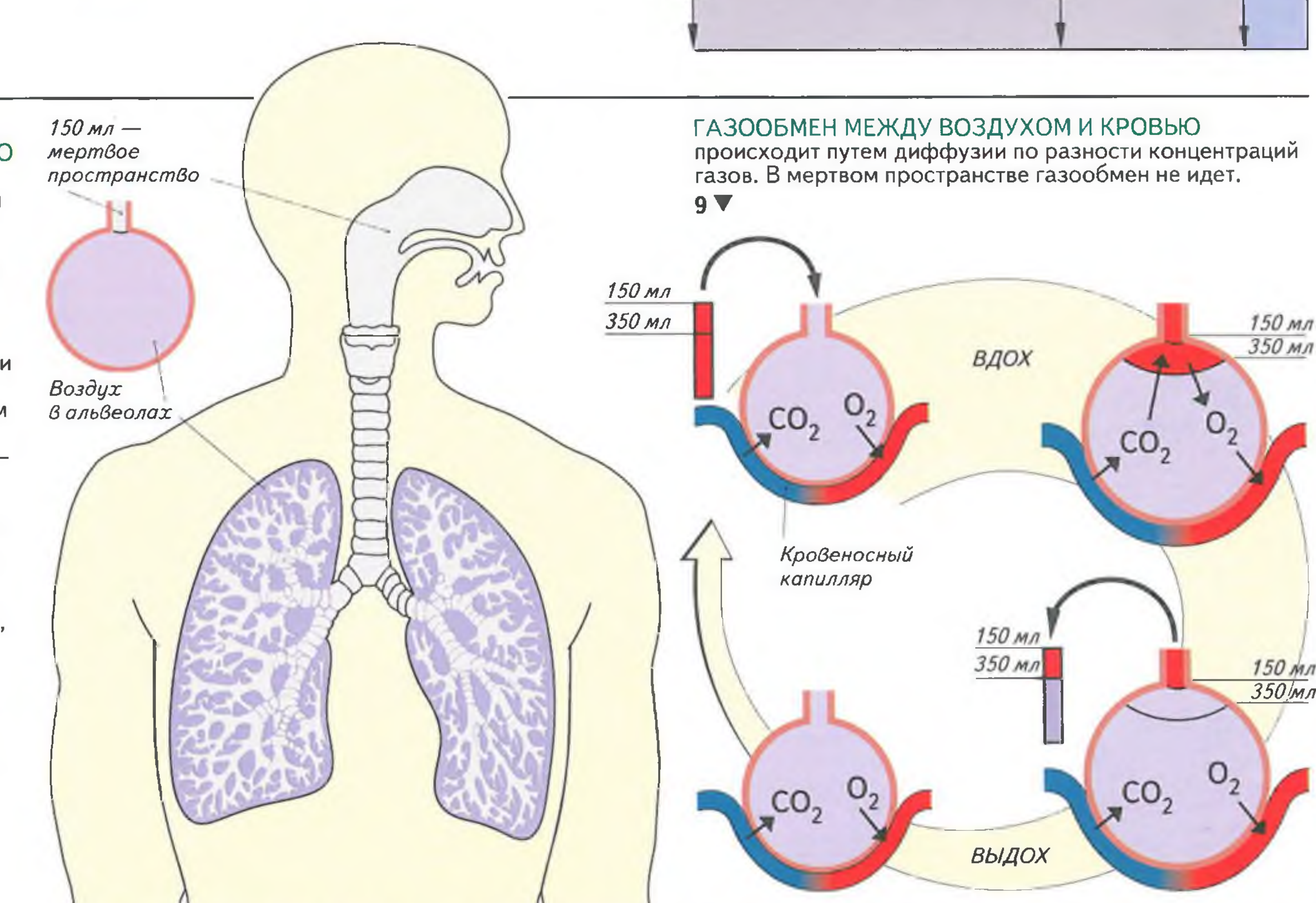
7 ▶



МЕРТВОЕ ПРОСТРАНСТВО

образовано теми областями органов дыхания, где нет газообмена с кровью. В норме это внелегочные дыхательные пути и большинство бронхов. Объем заключенного в них воздуха — около 150 мл, что составляет 30% дыхательного объема при спокойном дыхании. Таким образом, в обычных условиях почти треть вдыхаемого воздуха не участвует в газообмене.

8 ▶



ГАЗООБМЕН МЕЖДУ ВОЗДУХОМ И КРОВЬЮ

происходит путем диффузии по разности концентраций газов. В мертвом пространстве газообмен не идет.

9 ▼

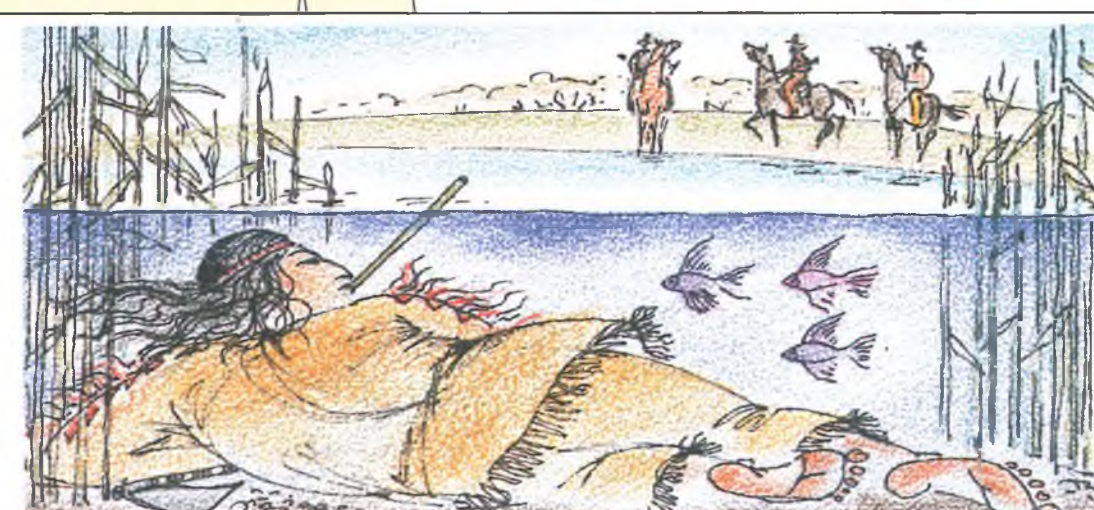
ТРИ ВОПРОСА ПРО МЕРТВОЕ ПРОСТРАНСТВО

? Почему в выдыхаемом воздухе содержится больше кислорода, чем в альвеолярном воздухе?

? Почему при редком, но глубоком дыхании газообмен в легких эффективнее, чем при частом, но поверхностном?

? Почему дыхательная трубка у индейца на рисунке справа не может быть очень длинной?

10 ▶



…лый газ

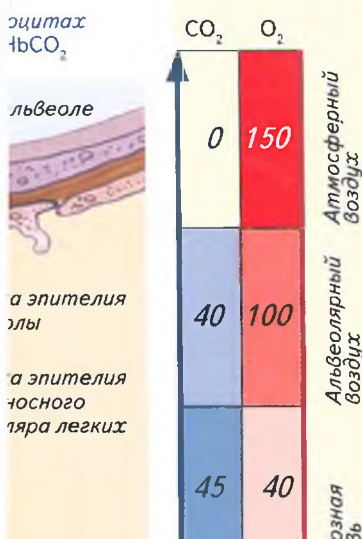
…CO_2
…р)
…0% — HCO_3^-

ДИФФУЗИЯ ГАЗОВ
Из одной среды в другую газы переходят вследствие разности их давления (цифры на рисунке — мм рт.ст.).

3 ▼

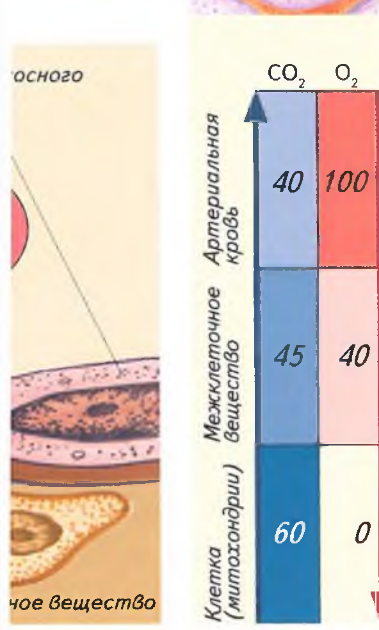


…оцитах
…ьCO₂



…выходит
…обождение
…лей
…рундирует

…род.
…щество
…ислый газ,
…бином,
…ая



КЛЕТОЧНОЕ ДЫХАНИЕ

● В клетках кислород окисляет органические вещества с образованием углекислого газа, воды и энергии. Часть энергии выделяется в виде тепла, а часть — запасается в виде АТФ, которую клетки используют для своей жизнедеятельности.

7 ▶

ПЕРВАЯ СТАДИЯ КЛЕТОЧНОГО ДЫХАНИЯ

В отличие от горения, при биологическом окислении энергия выделяется постепенно и небольшими порциями. На первой стадии органические молекулы поэтапно распадаются до углекислого газа. При этом они окисляются, т. е. теряют электроны. Электроны (в составе атомов водорода) переходят на особые молекулы-переносчики. Уже при распаде органических молекул (даже без их окисления) выделяется энергия и образуется АТФ, но немного.

Суммарное уравнение первой стадии (для окисления глюкозы):

$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O = 6CO_2 + 24H.$

8 ▶

Окончание первой стадии клеточного дыхания, а также вся его вторая стадия протекают в митохондриях. Эти органеллы имеют две мембраны, между которыми есть узкое пространство. Такое строение митохондрий играет важную роль в выполнении их специальной функции — энергообеспечения клетки.

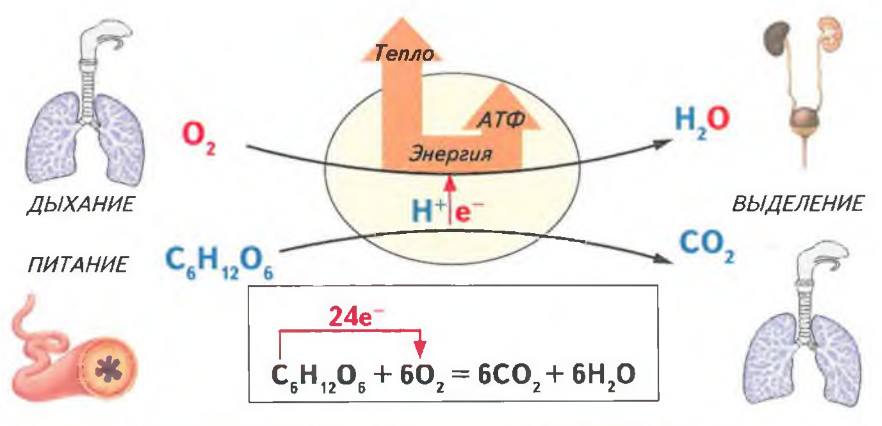
9 ▶

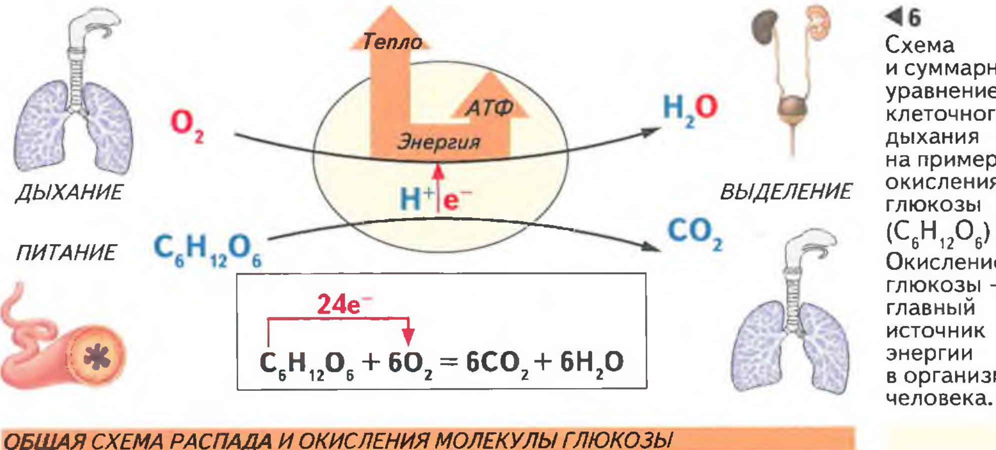
ВТОРАЯ СТАДИЯ КЛЕТОЧНОГО ДЫХАНИЯ

Электроны отрываются от атомов водорода молекулы-переносчика и движутся по особым молекулам внутренней мембраны митохондрии к кислороду. Энергия этого движения электронов используется белками-насосами для закачивания ионов H^+ в межмембранное пространство. Потом ионы H^+ возвращаются внутрь митохондрии путем диффузии. При этом выделяется энергия, которая используется для синтеза АТФ.

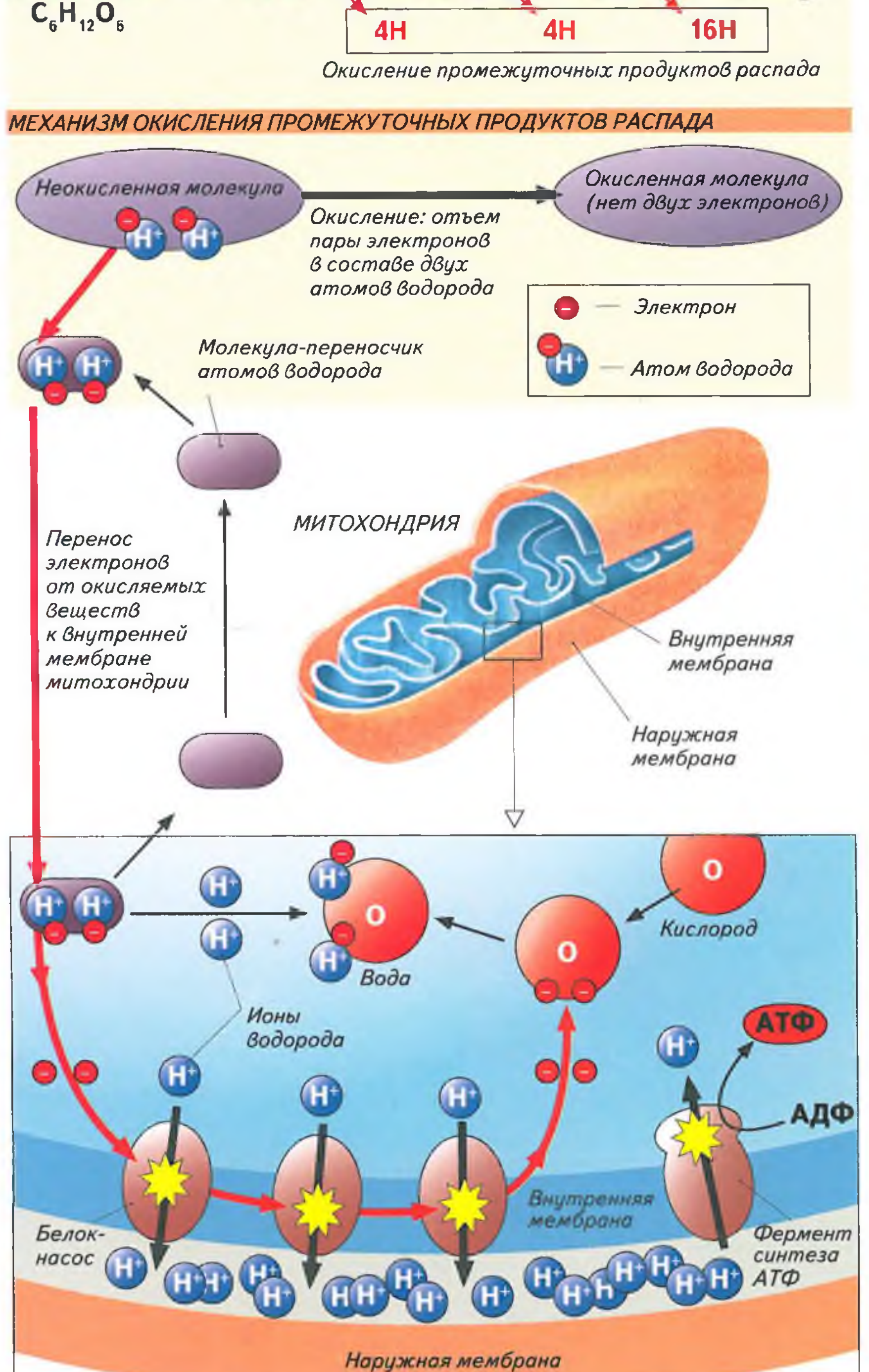
Суммарное уравнение второй стадии (для окисления глюкозы):

$24H + 6O_2 = 6H_2O + 6H_2O.$





◀ 6
Схема и суммарное уравнение клеточного дыхания на примере окисления глюкозы ($C_6H_{12}O_6$). Окисление глюкозы — главный источник энергии в организме человека.



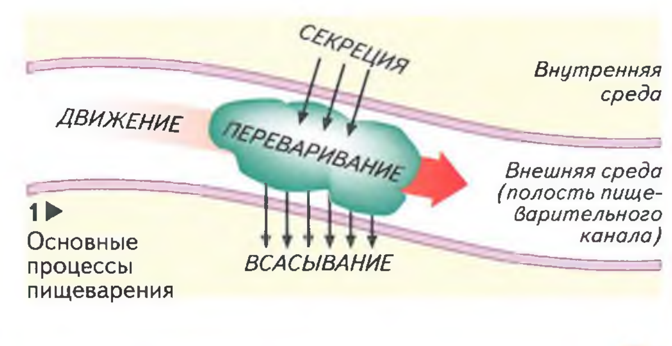
При анаэробном распаде одной молекулы глюкозы (без окисления) образуется только 2 молекулы АТФ



Когда к распаду молекулы глюкозы добавляется окисление, образуется еще 36 молекул АТФ

ПИЩЕВАРЕНИЕ

● В процессе продвижения по пищеварительному каналу происходит обработка пищи, в основном под действием соков пищеварительных желез. В результате из пищи извлекаются различные вещества, которые всасываются во внутреннюю среду организма.

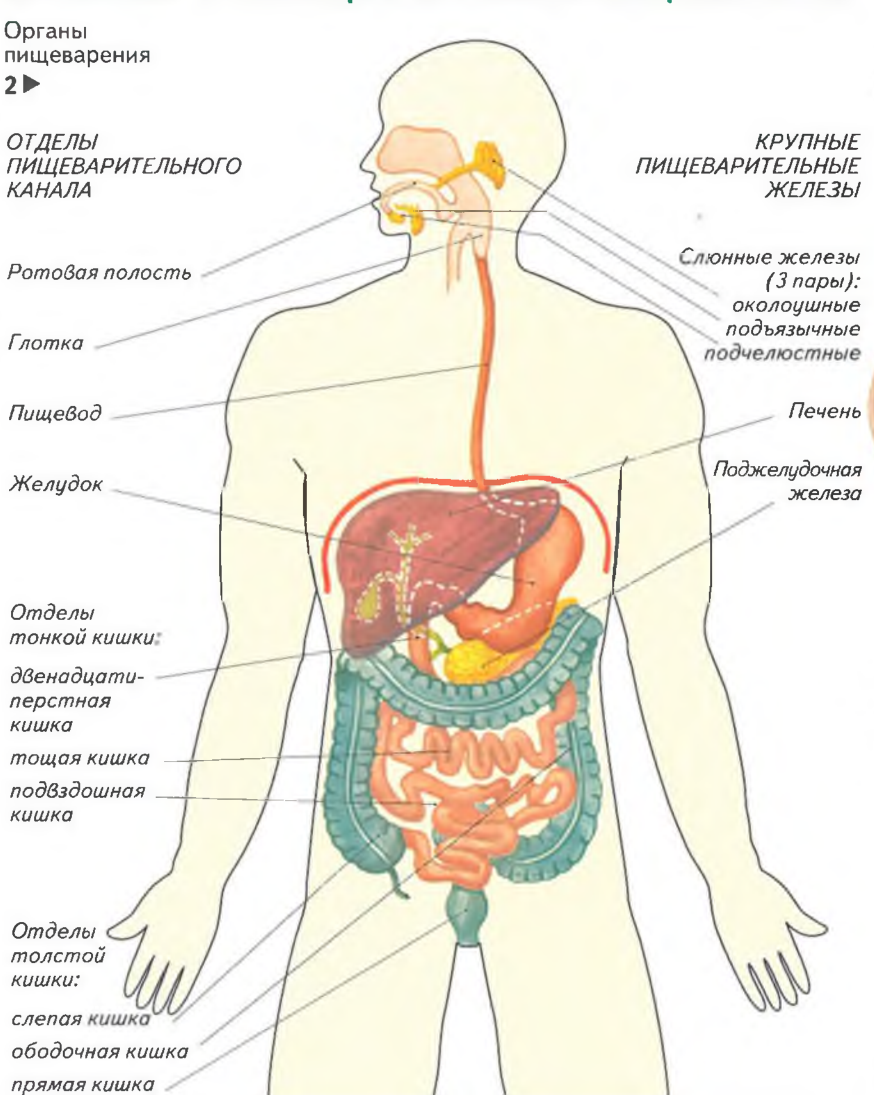


1 ▶ Основные процессы пищеварения

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

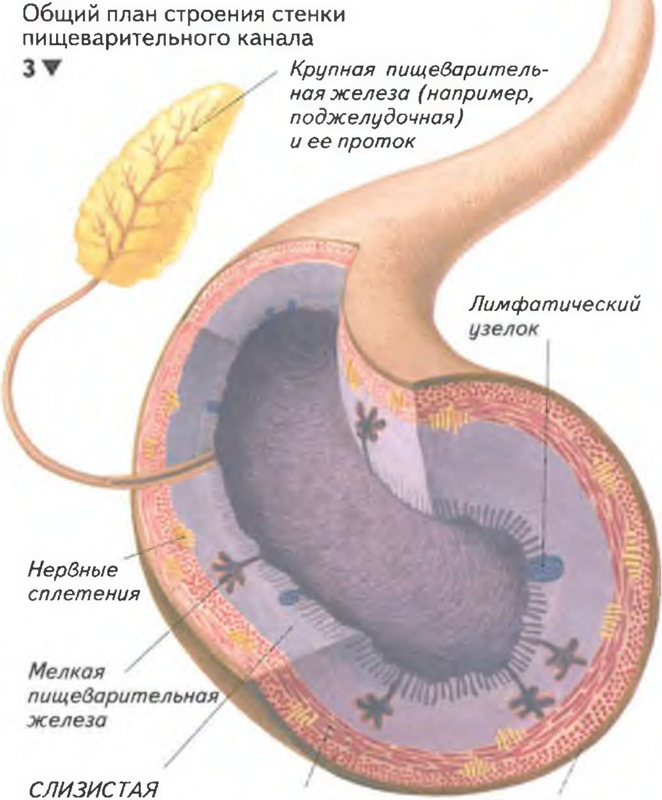
Органы пищеварения

2 ▶



Общий план строения стенки пищеварительного канала

3 ▼



СЛИЗИСТАЯ ОБОЛОЧКА выстлана однослойным, а в верхних и самых нижних отделах канала — многослойным эпителием, который формирует железы

МЫШЕЧНАЯ ОБОЛОЧКА образована обычно двумя слоями гладких мышц — круговым и продольным. В верхних и самых нижних отделах канала — мышцы поперечнополосатые

НАРУЖНАЯ ОБОЛОЧКА в основном, соединительнотканная. В желудке и кишках она обычно образована брюшиной и называется серозной оболочкой

МОТОРИКА (ДВИЖЕНИЕ)

Благодаря согласованной деятельности разных слоев мышц стенки пищеварительного канала осуществляется задержка или продвижение его содержимого.

4а ▼

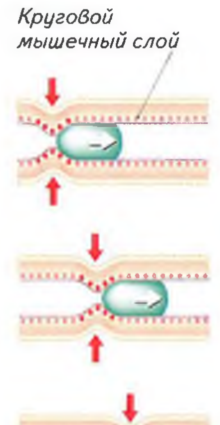
ЗАДЕРЖКА — *ПРОДВИЖЕНИЕ*

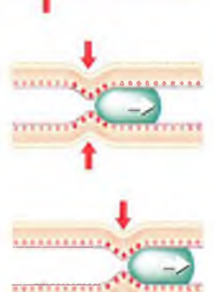
Продольный мышечный слой

Сфинктер (мышца-замыкатель) — утолщение кругового мышечного слоя

4б ▶ Особый вид моторики — перистальтика — волнообразное сокращение участков кругового мышечного слоя. Область сжатия продвигается вдоль участка пищеварительного канала, продвигая в ту же сторону его содержимое.

Круговой мышечный слой





СЕКРЕЦИЯ

5 ▶ Секреция пищеварительных соков осуществляется несколькими крупными и множеством мелких желез. Последние образованы эпителием слизистой оболочки пищеварительного канала.

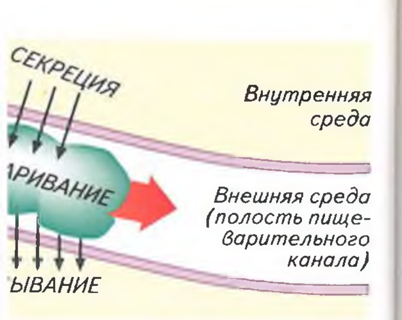


ПЕРЕВАРИВАНИЕ

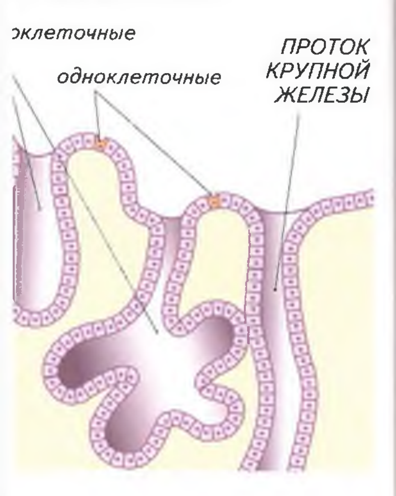
● По мере продви крупные органиче расщеплению (гид пищеварительных молекулы, а также всасываются. Каж играет при этом се

7 ▼ «ПИЩЕВАРИТЕЛЬ

ОТДЕЛЫ ПИЩЕВАРИТЕ происходящие; справа — них пищи, а также суточн
РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ определение качества пи ее размельчение и смачи начальное расщепление
ГЛОТКА, ПИЩЕВОД продвижение пищевого в желудок
ЖЕЛУДОК накопление, перемешив размельчение пищи; пор подача пищевой кашицы кишку; разворачивание молекул белков (денату начальное расщепление
ТОНКАЯ КИШКА основные процессы рас органических веществ и Соки поджелудочной ж кишки содержат много ферменты, расщепляю все органические вещес до структурных блоков. одни ферменты действу кишки, а другие — на п эпителиальных клеток и клетках. Переваривание жиров п проблему, поскольку он не растворимы в воде. кислоты способствуют капелек жира (эмульга растворимость жиров. этому жиры становятся ферментов (липаз). Площадь внутренней п тонкой кишки очень ве 200 м^2), что обеспечива всасывание веществ из внутреннюю среду орг
ТОЛСТАЯ КИШКА завершение всасывани воды и неорганически расщепление некоторы веществ микробами, ф кала







ПЕРЕВАРИВАНИЕ И ВСАСЫВАНИЕ

● По мере продвижения по пищеварительному каналу, крупные органические молекулы подвергаются расщеплению (гидролизу) под действием ферментов пищеварительных соков. Образовавшиеся небольшие молекулы, а также неорганические вещества всасываются. Каждый отдел пищеварительного канала играет при этом свою особую роль.

Схема ферментативного гидролиза на примере мальтозы

6 ▶

Мальтоза

ФЕРМЕНТ (мальтаза)

Глюкоза, Глюкоза

OH, H, O

7 ▼ «ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ КОНВЕЙЕР»

ОТДЕЛЫ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА: слева — основные процессы, в них происходящие; справа — протяженность отделов и среднее время пребывания в них пищи, а также суточный объем пищеварительных соков

ПЕРЕВАРИВАНИЕ И ВСАСЫВАНИЕ ОСНОВНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. Ножницы изображают пищеварительные ферменты (названы только некоторые)

РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ
определение качества пищи, ее размельчение и смачивание слюной; начальное расщепление углеводов

1,0 л Слюна

10 см / 30 с

ГЛОТКА, ПИЩЕВОД
продвижение пищевого комка в желудок

30 см / 10 с

ЖЕЛУДОК
накопление, перемешивание, размельчение пищи; порционная подача пищевой кашицы в тонкую кишку; разворачивание цепочечных молекул белков (денатурация) и их начальное расщепление

Желудочный сок содержит соляную кислоту и имеет кислую реакцию — 2,0 л

20 см / 2 ч

ТОНКАЯ КИШКА
основные процессы расщепления органических веществ и всасывания

Соки поджелудочной железы и тонкой кишки содержат многочисленные ферменты, расщепляющие почти все органические вещества пищи до структурных блоков. При этом одни ферменты действуют в полости кишки, а другие — на поверхности эпителиальных клеток или в самих клетках.

Переваривание жиров представляет проблему, поскольку они не растворимы в воде. Желчные кислоты способствуют размельчению капелек жира (эмульгации), повышая растворимость жиров. Благодаря этому жиры становятся доступны для ферментов (липаз).

Площадь внутренней поверхности тонкой кишки очень велика (около 200 м^2), что обеспечивает быстрое всасывание веществ из ее просвета во внутреннюю среду организма.

Желчь 1,0 л

1,0 л Сок поджелудочной железы

4 м / 6 ч

2,0 л Сок тонкой кишки

ТОЛСТАЯ КИШКА
завершение всасывания (в основном воды и неорганических солей), расщепление некоторых органических веществ микробами, формирование кала

1,5 м / 16 ч

0,5 л Сок толстой кишки

КРАХМАЛ — БЕЛКИ — ЖИРЫ

Амилаза

ДЕНАТУРАЦИЯ — ДРОБЛЕНИЕ

HCl

Пепсин

ЭМУЛЬГАЦИЯ

Желчные кислоты

Амилаза — Трипсин — Химотрипсин — Липазы

Мальтаза

КЛЕТКИ ЭПИТЕЛИЯ ТОНКОЙ КИШКИ

СИНТЕЗ

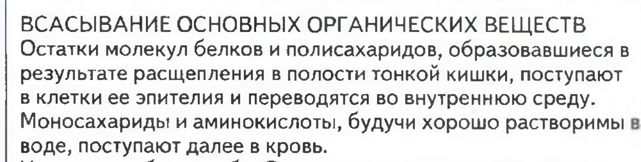
Глюкоза

Аминокислоты

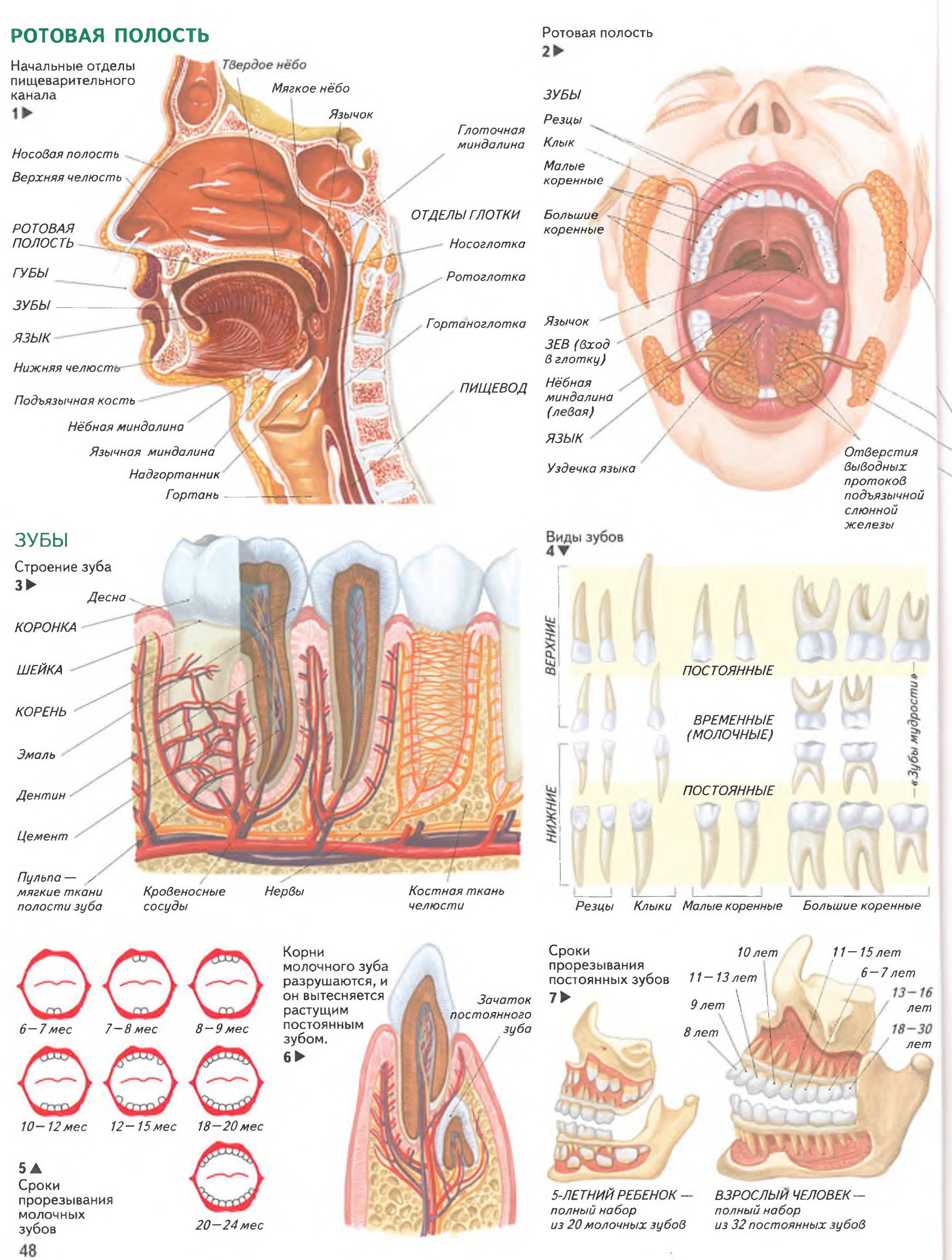
Жирные кислоты

ЛИМФА →

КРОВЬ →


ВСАСЫВАНИЕ ОСНОВНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
Остатки молекул белков и полисахаридов, образовавшиеся в результате расщепления в полости тонкой кишки, поступают в клетки ее эпителия и переводятся во внутреннюю среду. Моносахариды и аминокислоты, будучи хорошо растворимы в воде, поступают далее в кровь.
У жиров особая судьба. Они сначала разрушаются, а потом заново синтезируются в эпителиальных клетках, откуда переходят в лимфу

РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ



СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Слизистая оболочка ротовой полости содержит множество мелких слюнных желез. Три пары крупных слюнных желез находятся вне ротовой полости и связаны с ней выводными протоками.

◀ 8 ▶

Проток с
сквозь мы
у второг
коренног

КРУПНЫЕ СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Околоушная

Подъязычная

Подчелюстная

Выводны
железы
с прото
на сосо

ГЛОТКА И ПИЩЕВ

10 ▶
Вид глотки сзади (разрез)

Глотка — это трубка с несколькими отверстиями, переходящая в пищевод. Мышечная оболочка глотки и начального отдела пищевода образована поперечно-полосатыми соматическими мышцами.

Отверстие, ведущее из носовой полости

Отверстие, ведущее из ротовой полости (виден корень языка)

Отверстие, ведущее в гортань (сверху — надгортанник)

ОБОЛОЧКИ СТЕНКИ ГЛОТКИ И ПИЩЕВОДА

Слизистая

Мышечная

Соединительно-тканная

Отверстия выводных протоков подъязычной слюнной железы



ЗРОСЛЫЙ ЧЕЛОВЕК — олный набор з 32 постоянных зубов

СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Слизистая оболочка ротовой полости содержит множество мелких слюнных желез. Три пары крупных слюнных **желез** находятся вне ротовой полости и связаны с ней выводными протоками.

◀ 8 ▶

Проток околоушной железы проходит сквозь мышцы щеки и открывается у второго верхнего большого коренного зуба

КРУПНЫЕ СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Околоушная

Подъязычная

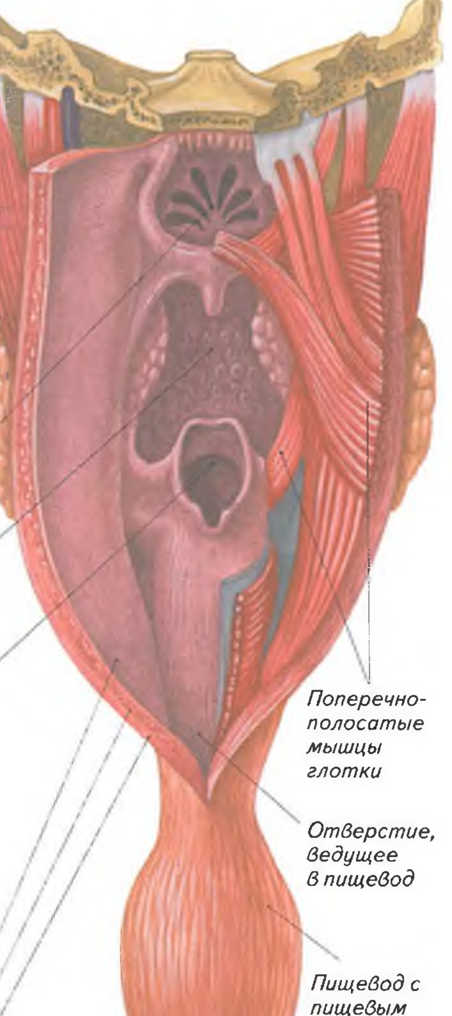
Подчелюстная

Выводные протоки подчелюстной железы открываются совместно с протоком подъязычной железы на сосочках под языком.

ГЛОТКА И ПИЩЕВОД

10 ▶
Вид глотки сзади (разрез)

Глотка — это трубка с несколькими отверстиями, переходящая в пищевод. Мышечная оболочка глотки и начального отдела пищевода образована поперечно-полосатыми соматическими мышцами.



ЯЗЫК

Язык участвует в движении пищи, является органом вкуса и речи. Основную массу языка образуют поперечно-полосатые мышцы. Слизистая оболочка языка образует сосочки, увеличивающие площадь его рецепторной поверхности.

9 ▶
▼

Вход в пищевод

Голосовая щель

Вход в гортань

Надгортанник

Нёбные миндалины

Язычная миндалина

СОСОЧКИ ЯЗЫКА

Желобоватые

Листовидные

Грибовидные

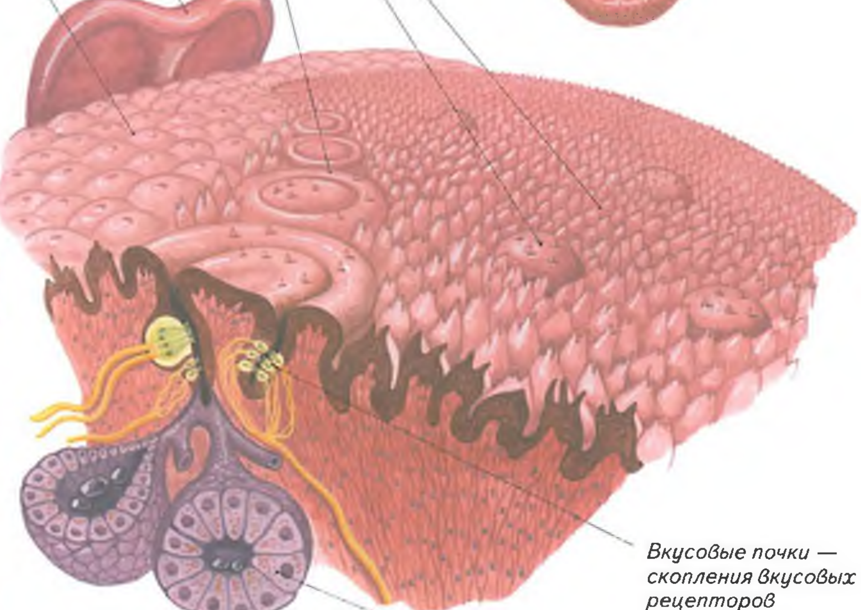
Нитевидные

ЧАСТИ ЯЗЫКА

Корень

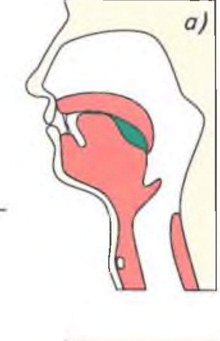
Тело

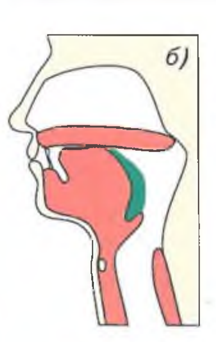
Кончик

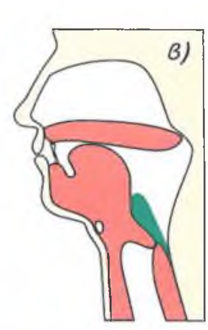


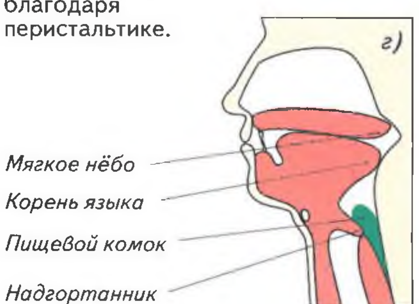
11 ▶
ГЛОТАНИЕ

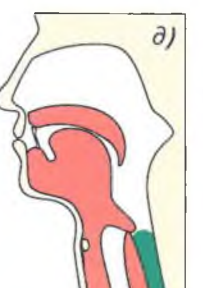
При глотании мягкое нёбо закрывает вход в носовую полость, а надгортанник — вход в гортань. По пищеводу пищевой комок продвигается благодаря перистальтике.

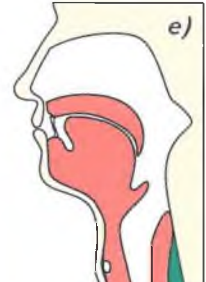












ЖЕЛУДОК И ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

● Желудок накапливает пищу, превращает ее в кашицу и малыми порциями направляет в двенадцатиперстную кишку, куда поступают также желчь и сок поджелудочной железы.

СТРОЕНИЕ СТЕНКИ ЖЕЛУДКА

1а ▼

Пищевод

Мышечная оболочка:
а — продольные мышцы
б — круговые мышцы
в — косые мышцы

Серозная оболочка

Слизистая оболочка

а)
б)
в)

Сфинктеры

Железа слизистой оболочки желудка

1б ▼

Обкладочные клетки выделяют HCl

Эндокринные клетки выделяют гормон гастрин

Главные клетки выделяют фермент пепсин

Добавочные клетки выделяют слизь

ПЕЧЕНЬ И ЖЕЛЧЕВЫВОДЯЩИЕ ПУТИ

2 ▼

Левая доля печени

Правая доля печени

ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ концентрирует и накапливает желчь, выбрасывая ее во время пищеварения

Проток желчного пузыря

Общий печеночный проток

Общий желчный проток

Сфинктер

ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

3а ▼

Выводные протоки поджелудочной железы

3б ▶

Эндокринные клетки

Экзокринные клетки

Экзокринные клетки поджелудочной железы вырабатывают пищеварительные ферменты, а эндокринные — гормоны.

4 ▶

ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНАЯ КИШКА —

центральное звено пищеварительного канала. Здесь происходит переваривание и всасывание большей части органических веществ, а также образуется ряд гормонов, играющих важную роль в регуляции пищеварения.

МОТОРИКА ЖЕЛУДКА

5 ▶

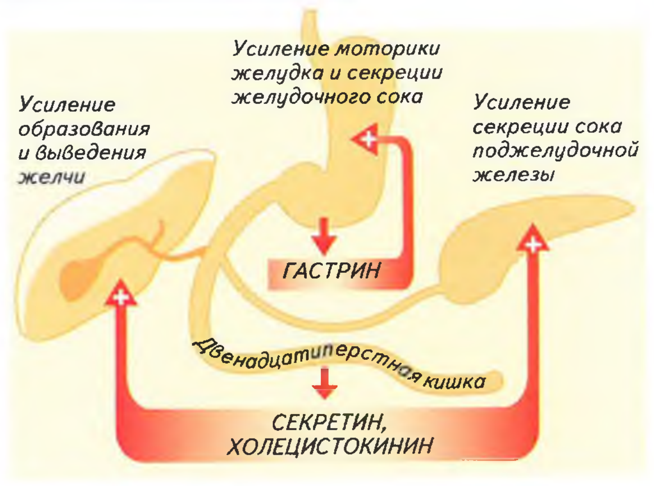
Содержимое желудка перемешивается благодаря перистальтике. Выходной отдел желудка (привратник) периодически выбрасывает порции пищевой кашицы в тонкую кишку при поочередном сокращении сфинктеров.



ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЕ ГОРМОНЫ

6 ▶

Некоторые клетки слизистой желудка и кишок вырабатывают и выделяют в кровь гормоны, регулирующие процессы пищеварения. На схеме показаны места образования и действие трех таких гормонов.



ПЕЧЕНЬ

● Печень — главная «биохимическая лаборатория» органи
В ней преобразуются различные продукты обмена белков, липи углеводов, синтезиру гликоген, глюкоза, аминокислоты, много белки крови, холесте мочевина.
В печени обезврежи ядовитые вещества. обеспечивает 30% в теплопродукции орга
Секрет печени — желчь — играет важ роль в пищеварении и выделении.

8 ▶

Микроскопическое строение печени

Пластины из печеночных клеток образуют сложную трехмерную структуру печеночной дольки — «строительной единицы» печени.



Желчные капилляры

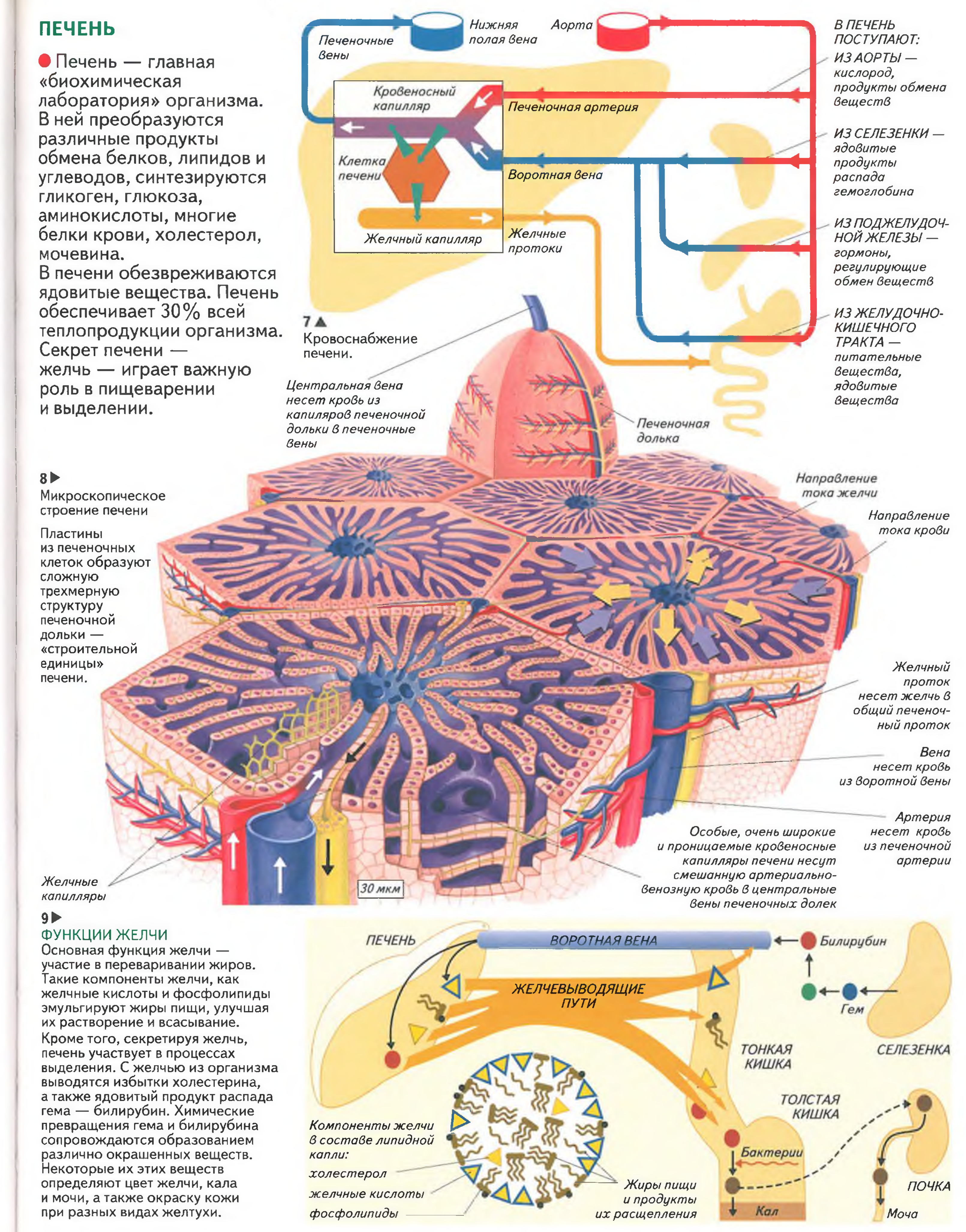
9 ▶

ФУНКЦИИ ЖЕЛЧИ

Основная функция желчи - участие в переваривании ж
Такие компоненты желчи, желчные кислоты и фосфо эмульгируют жиры пищи, их растворение и всасыван
Кроме того, секретируя же печень участвует в процесс выделения. С желчью из о выводятся избытки холест а также ядовитый продукт гема — билирубин. Химич превращения гема и билир сопровождаются образова различно окрашенных вещ
Некоторые их этих вещест определяют цвет желчи, ка и мочи, а также окраску кс при разных видах желтухи

ПЕЧЕНЬ

● Печень — главная «биохимическая лаборатория» организма. В ней преобразуются различные продукты обмена белков, липидов и углеводов, синтезируются гликоген, глюкоза, аминокислоты, многие белки крови, холестерол, мочевина. В печени обезвреживаются ядовитые вещества. Печень обеспечивает 30% всей теплопродукции организма. Секрет печени — желчь — играет важную роль в пищеварении и выделении.



7▲ Кровоснабжение печени.

8▶ Микроскопическое строение печени

9▶ ФУНКЦИИ ЖЕЛЧИ

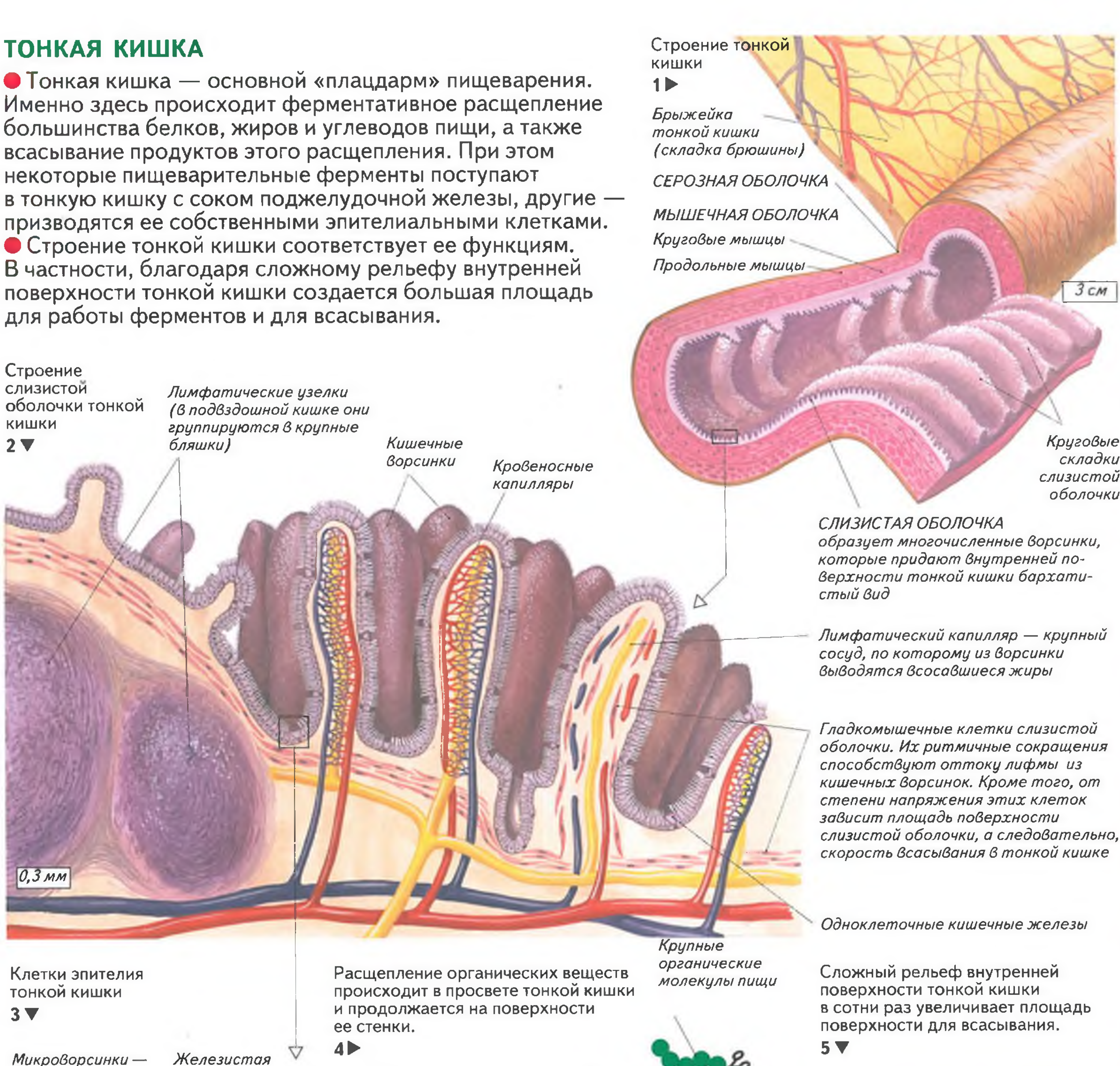
Основная функция желчи — участие в переваривании жиров. Такие компоненты желчи, как желчные кислоты и фосфолипиды эмульгируют жиры пищи, улучшая их растворение и всасывание.

Кроме того, секретируя желчь, печень участвует в процессах выделения. С желчью из организма выводятся избытки холестерина, а также ядовитый продукт распада гема — билирубин. Химические превращения гема и билирубина сопровождаются образованием различно окрашенных веществ. Некоторые их этих веществ определяют цвет желчи, кала и мочи, а также окраску кожи при разных видах желтухи.

ТОНКАЯ КИШКА

● Тонкая кишка — основной «плацдарм» пищеварения. Именно здесь происходит ферментативное расщепление большинства белков, жиров и углеводов пищи, а также всасывание продуктов этого расщепления. При этом некоторые пищеварительные ферменты поступают в тонкую кишку с соком поджелудочной железы, другие — призводятся ее собственными эпителиальными клетками.

● Строение тонкой кишки соответствует ее функциям. В частности, благодаря сложному рельефу внутренней поверхности тонкой кишки создается большая площадь для работы ферментов и для всасывания.



Клетки эпителия тонкой кишки
3 ▼

Микроворсинки — пальцевидные выросты всасывающих клеток

Железистая клетка — одноклеточная железа

5 мкм

Расщепление органических веществ происходит в просвете тонкой кишки и продолжается на поверхности ее стенки.
4 ▶

Крупные органические молекулы пищи

Полисахариды, покрывающие мембрану микроворсинок, удерживают пищеварительные ферменты на ее поверхности

Пищеварительные ферменты

Небольшие органические молекулы всасываются в цитоплазму эпителиальных клеток

Сложный рельеф внутренней поверхности тонкой кишки в сотни раз увеличивает площадь поверхности для всасывания.
5 ▼

Кишка как гладкий цилиндр (4 м, 3 см)	*Площадь поверхности 0,3 м2*
Круговые складки	*Увеличивают площадь поверхности в 3 раза*
Ворсинки	*Увеличивают площадь поверхности еще в 10 раз*
Микроворсинки	*Увеличивают площадь поверхности еще в 20 раз. Итоговая площадь поверхности 200 м^2*

ТОЛСТАЯ КИШКА

6 ▶
Строение толстой кишки (на рисунке показаны слепая кишка и начало ободочной кишки)

СЛИЗИСТАЯ ОБОЛОЧКА

МЫШЕЧНАЯ ОБОЛОЧКА Ее наружный слой образован тремя продольными лентами. Они стягивают кишку, из-за чего она образует вздутия и складки

Полулунные складки стенки кишки

СЕРОЗНАЯ ОБОЛОЧКА

9 ▶
У человека слепая кишка слабо развита и мало значима для пищеварения. Но у некоторых травоядных в ней происходит обработка пищи бактериями, и этот отдел кишки очень велик.

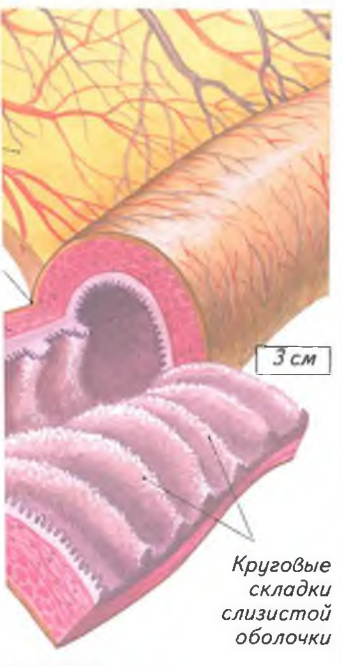
11 ▶
Строение прямой кишки

СЛИЗИСТАЯ ОБОЛОЧКА — ее эпителий в нижних отделах кишки — многослойный, переходящий в кожный

МЫШЕЧНАЯ ОБОЛОЧКА в нижних отделах кишки образует два сфинктера:

Внутренний сфинктер — гладкомышечный, непроизвольный;

наружный сфинктер — поперечно-полосатый, произвольный



Круговые складки слизистой оболочки

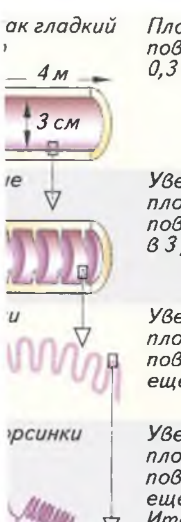
ТАЯ ОБОЛОЧКА
т многочисленные ворсинки,
е придают внутренней по-
ти тонкой кишки бархати-
э

ический капилляр — крупный
о которому из ворсинки
ся всосавшиеся жиры

ышечные клетки слизистой
. Их ритмичные сокращения
твуют оттоку лимфы из
х ворсинок. Кроме того, от
напряжения этих клеток
площадь поверхности
ой оболочки, а следовательно,
всасывания в тонкой кишке

точные кишечные железы

й рельеф внутренней
сти тонкой кишки
раз увеличивает площадь
сти для всасывания.



Площадь поверхности 0,3 м2

Увеличивают площадь поверхности в 3 раза

Увеличивают площадь поверхности еще в 10 раз

Увеличивают площадь поверхности еще в 20 раз. Итоговая площадь поверхности 200 м^2

ТОЛСТАЯ КИШКА

6 ▶ Строение толстой кишки (на рисунке показаны слепая кишка и начало ободочной кишки)

СЛИЗИСТАЯ ОБОЛОЧКА

МЫШЕЧНАЯ ОБОЛОЧКА
Ее наружный слой образован тремя продольными лентами. Они стягивают кишку, из-за чего она образует вздутия и складки

Полулунные складки стенки кишки

СЕРОЗНАЯ ОБОЛОЧКА

Клапан и сфинктер, регулирующие переход содержимого из тонкой кишки в толстую

Аппендикс — червеобразный отросток слепой кишки, орган иммунной системы

Строение слизистой оболочки толстой кишки **◀ 7**

100 мкм

Кишечный эпителий

Кишечные железы

8 ▶ Строение аппендикса

Многочисленные лимфатические узелки в слизистой оболочке

9 ▶ У человека слепая кишка слабо развита и мало значима для пищеварения. Но у некоторых травоядных в ней происходит обработка пищи бактериями, и этот отдел кишки очень велик.



10 ▶ БАКТЕРИИ ТОЛСТОЙ КИШКИ составляют около трети от массы ее содержимого. Они разлагают растительные волокна, вырабатывают витамины В и К, мешают развитию вредных микробов.

5 мкм

БИФИДОБАКТЕРИИ — одна из наиболее многочисленных групп микробов толстой кишки

КИШЕЧНАЯ ПАЛОЧКА — наверно, самая изученая бактерия в мире

11 ▶ Строение прямой кишки

СЛИЗИСТАЯ ОБОЛОЧКА — ее эпителий в нижних отделах кишки — многослойный, переходящий в кожный

МЫШЕЧНАЯ ОБОЛОЧКА в нижних отделах кишки образует два сфинктера:

внутренний сфинктер — гладкомышечный, непроизвольный;

наружный сфинктер — поперечно-полосатый, произвольный

Анальное отверстие

ДЕФЕКАЦИЯ — опорожнение прямой кишки — запускается рефлекторно при определенной степени ее растяжения. В норме этот процесс осуществляется с частотой от 3-х раз в день до 3-х раз в неделю.

12 ▶

НАПОЛНЕНИЕ: активность соматических и симпатических нейронов поддерживает сокращение наружного и внутреннего сфинктеров

ГОЛОВНОЙ МОЗГ

Произвольный контроль дефекации

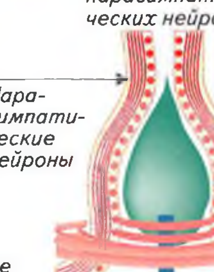
СПИННОЙ МОЗГ

ДЕФЕКАЦИЯ: торможение соматических и симпатических нейронов приводит к расслаблению сфинктеров, а мышцы стенки прямой кишки сокращаются из-за возбуждения парасимпатических нейронов

Сигнал от рецепторов растяжения

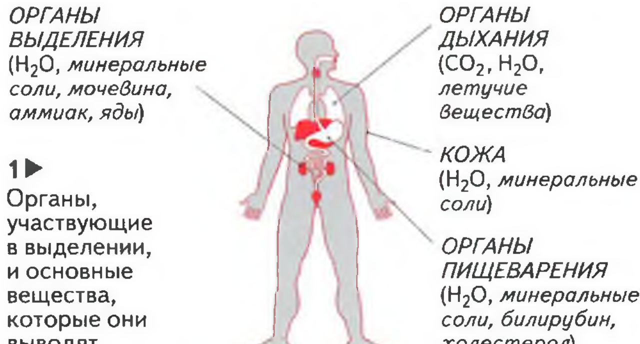


Парасимпатические нейроны



ВЫДЕЛЕНИЕ

● Выделение — это удаление веществ из внутренней среды организма во внешнюю. Специализированные органы выделения — почки и мочевыводящие пути — осуществляют образование и выведение мочи. Благодаря их работе из организма удаляются ненужные вещества, поддерживается постоянство состава и объема внутренней среды. В выделении также участвуют другие органы, контактирующие с внешней средой и выводящие из организма различные вещества.



1 ▶ Органы, участвующие в выделении, и основные вещества, которые они выводят

СТРОЕНИЕ ОРГАНОВ ВЫДЕЛЕНИЯ

2 ▶ Расположение органов выделения в теле человека

ПОЧКИ

МОЧЕВЫВОДЯЩИЕ ПУТИ

Почечные чашечки

Почечная лоханка

Мочеточник

Мочевой пузырь

Мочеиспускательный канал

Строение почек **3 ▶**

Почечная вена

Почечная артерия

Нижняя полая вена

Аорта

Корковое вещество почки

Мозговое вещество почки

Почечные сосочки

Почечные чашечки

Почечная лоханка

Капсула почки

Мочеточник

4 ▶ Строение мочеточника

Наружная оболочка

Мышечная оболочка

Слизистая оболочка

0,5 см

5 ▶ Мочевой пузырь и мочеиспускательный канал мужчины (слева) и женщины (справа). Выход из мочевого пузыря перекрывается двумя кольцевыми мышцами — сфинктерами.

Мочеиспускательный канал

Внутренний сфинктер — гладкомышечный, непроизвольный

Наружный сфинктер — поперечнополосатый, произвольный

Брюшина

Часть мочеточника, проходящая в стенке мочевого пузыря

Отверстия мочеточников

Слизистая оболочка

Мышечная оболочка

Наружная оболочкая

Мочеиспускательный канал

ОБРАЗОВАНИЕ МО

ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ осуществляется в почках и складывается из трех основных процессов: *фильтрации, всасывания* и *секреции.* В результате фильтрации из плазмы крови образуется первичная моча. Большая часть веществ из нее всасывается обратно в кровь. Некоторые вещества из крови секретируются в мочу. В результате образуется вторичная моча, которая выводится из организма. Скорости перечисленных процессов столь велики, что вся плазма крови фильтруется в почках за 30 мин, т. е. около 50 раз в сутки. Это позволяет почкам оперативно регулировать состав крови.

ВЫВЕДЕНИЕ МО

ВЫВЕДЕНИЕ МОЧИ осуществляется за счет согласованной деятельности мышц стенки мочевыводящих путей. Сокращение круговых мышц приводит к наполнению какого-либо участка мочевыводящих путей, а сокращение продольных мышц — к его опорожнению. Выход из мочевого пузыря окружен соматическими мышцами, благодаря чему возможен произвольный контроль мочеиспускания.

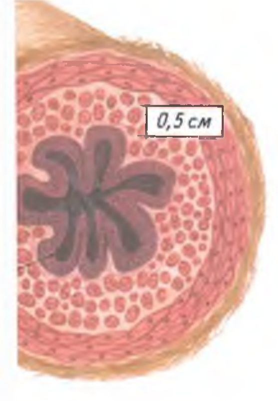
ОРГАНЫ ДЫХАНИЯ (CO_2, H_2O, *летучие вещества*)

КОЖА (H_2O, *минеральные соли*)

ОРГАНЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ (H_2O, *минеральные соли, билирубин, холестерол*)

...терия





Брюшина

Часть мочеточника, проходящая в стенке мочевого пузыря

Отверстия мочеточников

Слизистая оболочка

Мышечная оболочка

Наружная оболочка

Мочеиспускательный канал

ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ — ФУНКЦИЯ ПОЧЕК

ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ осуществляется в почках и складывается из трех основных процессов: *фильтрации, всасывания* и *секреции*. В результате фильтрации из плазмы крови образуется первичная моча. Большая часть веществ из нее всасывается обратно в кровь. Некоторые вещества из крови секретируются в мочу. В результате образуется вторичная моча, которая выводится из организма. Скорости перечисленных процессов столь велики, что вся плазма крови фильтруется в почках за 30 мин, т. е. около 50 раз в сутки. Это позволяет почкам оперативно регулировать состав крови.

Структурно-функциональная единица почки — нефрон **6 ▼**

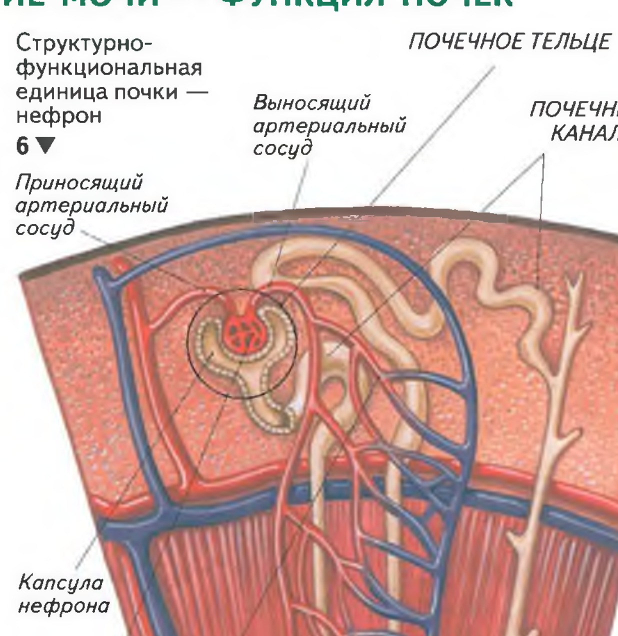
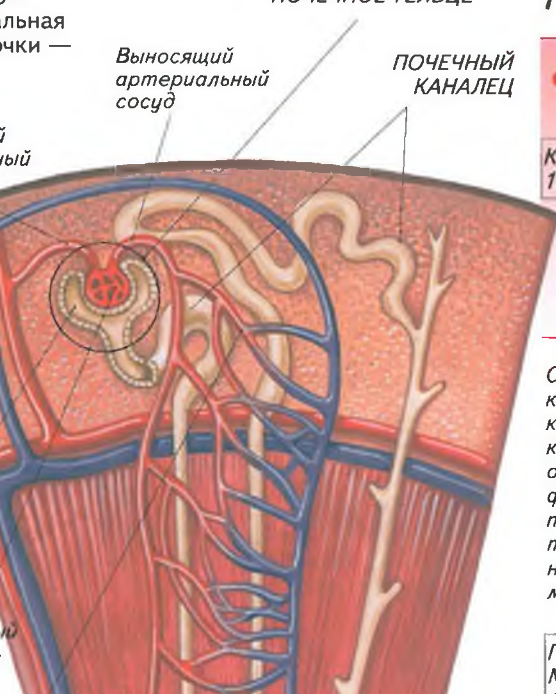
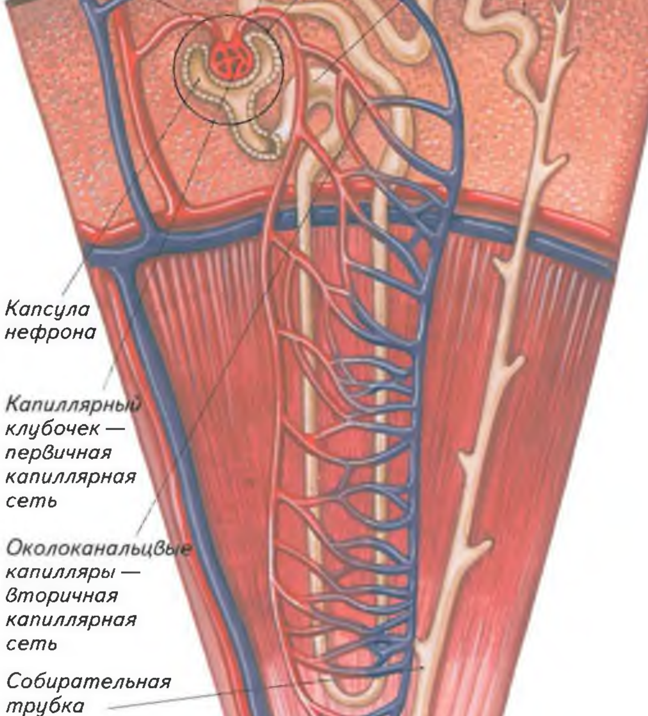
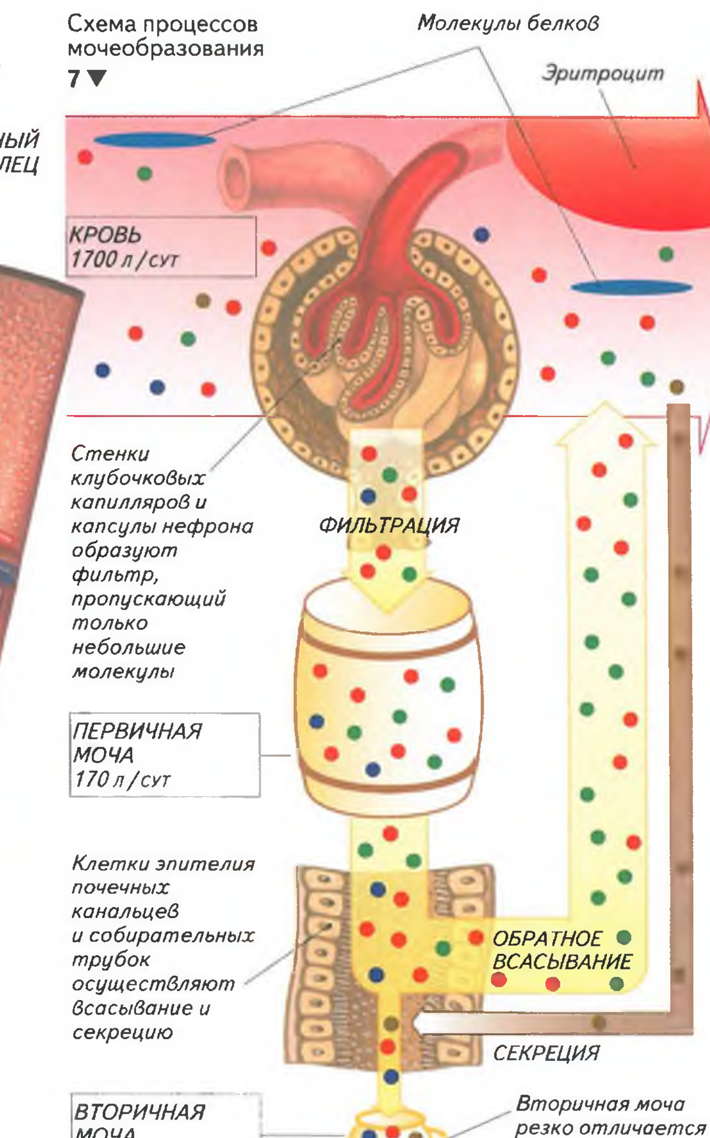




Схема процессов мочеобразования **7 ▼**



ВЫВЕДЕНИЕ МОЧИ — ФУНКЦИЯ МОЧЕВЫВОДЯЩИХ ПУТЕЙ

ВЫВЕДЕНИЕ МОЧИ осуществляется за счет согласованной деятельности мышц стенки мочевыводящих путей. Сокращение круговых мышц приводит к наполнению какого-либо участка мочевыводящих путей, а сокращение продольных мышц — к его опорожнению. Выход из мочевого пузыря окружен соматическими мышцами, благодаря чему возможен произвольный контроль мочеиспускания.

8 ▶ Работа почечных чашечек похожа на систолу и диастолу сердца.

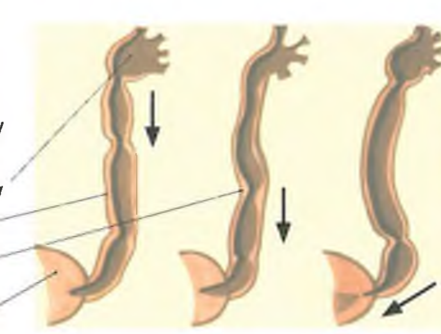
НАПОЛНЕНИЕ (диастола)



ОПОРОЖНЕНИЕ (систола)



9 ▶ Работа мочеточников похожа на перистальтику кишки.

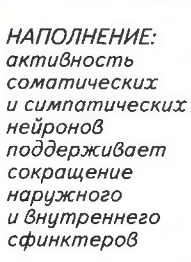
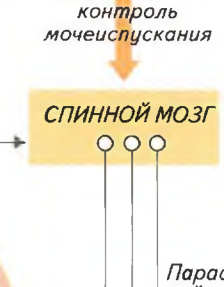
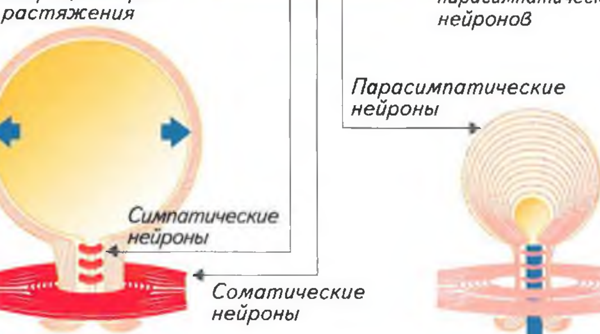




Работа мочевого пузыря складывается из его наполнения и опорожнения — мочеиспускания. Мочеиспускание запускается рефлекторно и осуществляется в норме 4–7 раз в сутки. **10 ▼**

НАПОЛНЕНИЕ: активность соматических и симпатических нейронов поддерживает сокращение наружного и внутреннего сфинктеров

МОЧЕИСПУСКАНИЕ: торможение соматических и симпатических нейронов приводит к расслаблению сфинктеров, а мышцы стенки мочевого пузыря сокращаются из-за возбуждения парасимпатических нейронов

ОПОРА И ДВИЖЕНИЕ

Функции опоры и движения на уровне организма обеспечиваются *опорно-двигательным аппаратом*, который состоит из *скелета* и *скелетных (соматических) мышц*. Скелет представляет собой совокупность *костей* и их *соединений*. Каждая кость и каждая скелетная мышца являются отдельными органами. У взрослого человека насчитывается более 200 костей и около 400 скелетных мышц. При этом на долю скелета приходится около 15% массы тела, а на долю скелетных мышц — около 35—40% массы тела.

Органы опорно-двигательного аппарата создают опору для организма в целом и для его внутренних органов, а также осуществляют перемещения тела и его частей в пространстве. Такие образования опорно-двигательного аппарата, как череп, грудная клетка, таз или мышцы «брюшного пресса» защищают внутренние органы от механических повреждений. Опорно-двигательный аппарат непосредственно участвует в работе органов дыхания, пищеварения, зрения и некоторых других органов.

Кроме своих основных функций (опоры, защиты и движения) элементы опорно-двигательного аппарата выполняют и некоторые особые функции. Так, в костях происходит кроветворение и сосредоточены основные запасы кальция, а скелетные мышцы являются главным источником тепла в организме.

Структура опорно-двигательного аппарата
1 ▼

ПАССИВНАЯ ЧАСТЬ
АКТИВНАЯ ЧАСТЬ
Кости
Костная ткань
Хрящи
Хрящевая ткань
Большинство соединения костей
Сухожилия
Волокнистая соединительная ткань
Скелетная мышечная ткань
Скелетные мышцы

ЭЛЕМЕНТЫ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И ИХ СВОЙСТВА

В опорно-двигательном аппарате различают *активную* (движущую) и *пассивную* (движимую) части. Их состав показан на рисунке 1.

Пассивная часть опорно-двигательного аппарата представлена, преимущественно, элементами скелета и образована различными видами соединительных тканей. Наиболее важное свойство этих видов тканей — способность противостоять механическим нагрузкам — определяется свойствами их межклеточного вещества. Так, белковые волокна межклеточного вещества придают соединительным тканям опорно-двигательного аппарата прочность и упругость. Клетки этих тканей синтезируют межклеточное вещество и поддерживают рост и постоянное обновление ткани в целом.

В *костной* ткани около 70% массы межклеточного вещества приходится на неорганические соли кальция (остальная часть распределяется примерно поровну между органическими веществами и водой). Кристаллы солей кальция придают костной ткани твердость.

Хрящевая ткань отличается высокой упругостью. Она участвует в построении отдельных хрящей (например, хрящей носа или ушной раковины), а также образует соединения между некоторыми костями (например, между позвонками).

Волокнистая соединительная ткань является основой большинства непрерывных соединений костей, образуя между костями прочные перемычки (например, связки). Наиболее сложное строение имеют шарнирные соединения костей — суставы. В их образовании участвуют и хрящевая, и волокнистая соединительные ткани. Наконец, волокнистая соединительная ткань составляет основу прочных сухожилий. Сухожилия прикрепляют к костям скелетные мышцы и таким образом обеспечивают связь между пассивной и активной частями опорно-двигательного аппарата. (Не правда ли, соединительные ткани вполне соответствуют своему названию?)

Активная часть опорно-двигательного аппарата — это скелетные мышцы. Их основной тканью является *поперечно-полосатая скелетная (соматическая)* мышечная ткань. Главное свойство этой ткани — сократимость, т. е. способность ее волокон к укорочению или напряжению. Благодаря укорочению волокон скелетных мышц осуществляются перемещения элементов скелета, т. е. *движения* частей тела. Длительное напряжение мышечных волокон без изменения их длины обеспечивает поддержание *позы* — определенного взаиморасположения частей тела.

Скелетные мышцы, в отличие от гладких и сердечной, управляются *соматической нервной системой*, и их сокращение может регулироваться *произвольно*. Поэтому человек может по собственному желанию сжать, например, кулак, но не сердце или желудок.

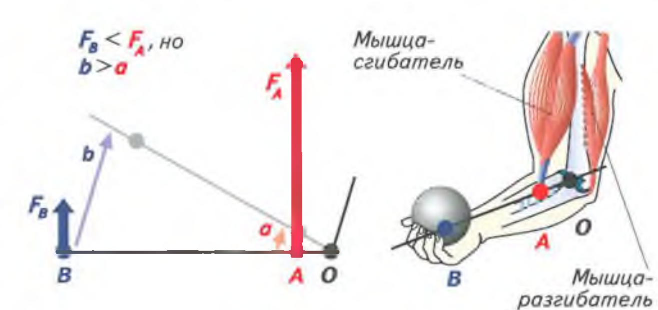
МЕХАНИКА ДВИЖЕНИЙ В СУСТАВАХ

Движения в суставах происходят под действием силы тяги мышц, которые прикреплены к костям, образующим сустав. В зависимости от того, какое именно движение осуществляется данной мышцей, различают мышцы сгибатели и разгибатели конечностей, мышцы, приводящие и отводящие конечности от туловища, и др.

Мышца действует на кость в суставе по *принципу рычага*. Чтобы лучше понять это, изучите рисунок 2, на котором рассмотрено сгибание руки в локтевом суставе под действием мышцы-сгибателя. Максимальная сила тяги развивается в месте прикрепления мышцы (точка А). Чем дальше от этой точки, тем сила меньше. В точке В, где расположен груз, сила тяги во столько же раз меньше, во сколько расстояние ОА меньше, чем расстояние ОВ (на рисунке — в 7 раз). Значит, чтобы поднять груз массой 1 кг так, как показано на рисунке, мышца должна развить силу в 7 кг. Таким образом, мы значительно сильнее, чем нам обычно кажется! Действительно, сгибая руку в локте, можно поднять в несколько раз больший груз, если держать его не в кисти, а положить на предплечье ближе к локтевому сгибу.

Принцип рычага: проигрыш в силе равен выигрышу в расстоянии

2 ▼



Таким образом, движения во многих суставах совершаются с существенной потерей силы. Смысл этого состоит в том, что проигрывая в силе, мы во столько же раз выигрываем в расстоянии, на которое перемещается удаленная от сустава точка, а значит, выигрываем и в скорости ее движения. Проще говоря, короткие ноги — сильные, а длинные — быстрые.

Обратите внимание, что мышца может только тянуть, но не толкать. Поэтому одна и та же мышца не может обеспечить противоположные движения в суставе (например, сгибание и разгибание), и все суставы должны «обслуживаться» несколькими мышцами. Мышцы, вызывающие противоположные движения, называются *мышцами-антагонистами*. На рисунке 2 дан пример двух мышц-антагонистов: сгибателя и разгибателя.

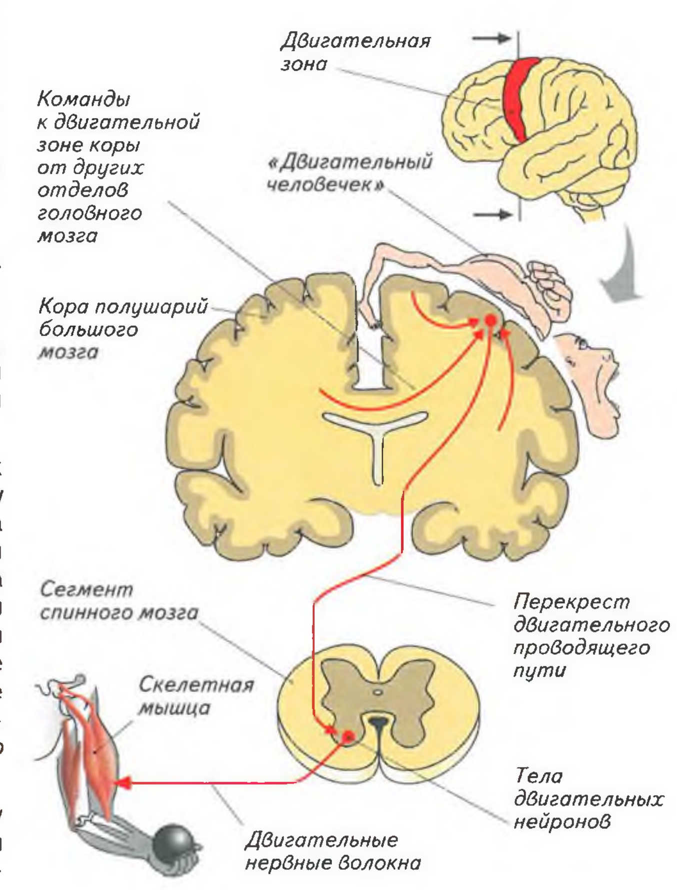
РЕГУЛЯЦИЯ ДВИЖЕНИЙ

Сокращения скелетных мышц (в отличие от мышц гладких и сердечной) не подвержены гуморальной регуляции, а совершаются только по командам, поступающим из центральной нервной системы. В ее нижних отделах (спинной мозг и ствол мозга) находятся тела *двигательных нейронов соматической нервной системы*, аксоны которых направляются непосредственно к волокнам скелетных мышц.

Уже на уровне спинного мозга осуществляется самый простой механизм регуляции движений — *рефлекс*. Примером такой регуляции является защитный рефлекс отдергивания конечности от источника боли. О рефлексах и рефлекторных дугах уже было рассказано на с. 19.

Система регуляции целенаправленных движений

3 ▼



Однако даже простейшие движения не могут быть обеспечены единственной рефлекторной дугой, поскольку они требуют согласования деятельности нескольких мышц. Например, чтобы осуществилось сгибание руки в локте при ее рефлекторном отдергивании от горячего предмета, одни мышцы (сгибатели) должны сократиться, а другие (разгибатели) — расслабиться. Такое согласование деятельности мышц-антагонистов осуществляется благодаря взаимосвязям нейронов на тех уровнях центральной нервной системы, где замыкается конкретный рефлекс.

Относительно сложные целенаправленные движения, например, игра на скрипке или даже плевок в урну, не являются рефлекторными. Они осуществляются по специальным *программам*, которые создаются при участии многих отделов головного мозга, в частности, мозжечка, а также коры и подкорковых ядер конечного мозга. Рассмотрим основные элементы системы управления целенаправленными (в том числе, произвольными) движениями, используя рисунок 3.

Команды от различных отделов головного мозга, участвующих в создании программы движения, поступают в *двигательную зону* коры лобных долей конечного мозга. В этой зоне находятся тела нейронов, аксоны которых в составе проводящих путей направляются непосредственно к *двигательным нейронам* спинного мозга и ствола головного мозга. Существует строгое соответствие между отдельными участками двигательной зоны коры и мышцами, которыми они управляют. При этом мышечным группам, отвечающим за более точные движения, например, мышцам кисти или языка, соответствуют более обширные участки двигательной зоны. «Корковое представительство» мышечных групп часто отображают в виде «*двигательного человечка*», подобного изображенному на рисунке 3.

Обратите внимание, что двигательные проводящие пути по своему ходу совершают перекрест. Поэтому команды к мышцам правой половины тела поступают из левого полушария, а к мышцам левой половины — из правого полушария.

СКЕЛЕТ

● Кости скелета имеют различное строение сообразно выполняемым ими функциям. Например, длинные кости конечностей обеспечивают быстрые движения, а плоские кости черепа — защиту головного мозга.

● Особенности строения соединений костей определяют степень их подвижности. Подвижные соединения обеспечиваются суставами, а также связками и перепонками; неподвижные — срастаниями костей и швами; полуподвижные — хрящами.

1 ▶ Основные отделы скелета

ОСЕВОЙ СКЕЛЕТ
Скелет головы (череп)
Скелет туловища (грудина, ребра, позвоночник)
СКЕЛЕТ КОНЕЧНОСТЕЙ
Верхняя конечность
Нижняя конечность

СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ

ПРЕРЫВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ — СУСТАВЫ

Строение коленного сустава
3 ▼

Головка бедренной кости
Надколенник
СУСТАВНАЯ КАПСУЛА
Сухожилие четырехглавой мышцы бедра
СУСТАВНАЯ ЩЕЛЬ с суставной жидкостью
Головка большеберцовой кости с суставной впадиной
СУСТАВНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ, покрытые суставным хрящом
Хрящи в форме полумесяцев (менисков) улучшают прилегание суставных поверхностей
Вид сверху ▷
Связки, дополнительно укрепляющие сустав

Виды движений сустава определяет его форма.
4 ▼

Сферический
Цилиндрический
Эллипсоидный

Скелет в целом (большинство связок и хрящей не показано)
2 ▶

СКЕЛЕТ ТУЛОВИЩА
Позвоночник (33–34 позвонка)
Грудина
Ребра (12 пар)
Плечевой сустав
Локтевой сустав
Лучезапястный сустав
Тазобедренный сустав
Левая верхняя конечность в состоянии внутреннего поворота вокруг продольной оси (сравнить с правой)
Коленный сустав
Надколенник (коленная чашечка) — кость, залегающая в толще сужилия четырехглавой мышцы бедра и облегчающая движения в коленном суставе
Голеностопный сустав

НЕПРЕРЫВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ

Обеспечиваются различными видами соединительных тканей.
5 ▼

ВОЛОКНИСТАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ ▽
Перепонки
Швы черепа
Связки

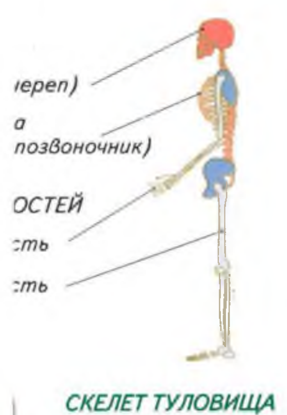
ХРЯЩЕВАЯ ТКАНЬ ▽
Межпозвоночные диски
Лобковое сочленение

КОСТНАЯ ТКАНЬ ▽
Тазовая кость срастается из трех костей:
подвздошная кость
лобковая кость
седалищная кость

ОСОБЕННОСТИ

● В процессе эвол
ряд характерных
связаны со свойст
усложнением фун
головного мозга (
характерные для
на рисунке справа
рассмотрено на р





СКЕЛЕТ ТУЛОВИЩА

Позвоночник (33–34 позвонка)

Грудина

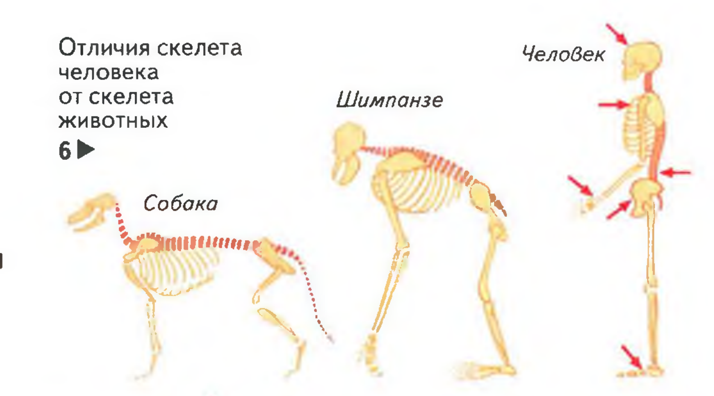
Ребра (12 пар)

Левая верхняя конечность в состоянии внутреннего поворота вокруг продольной оси (сравнить с правой)

Надколенник (коленная чашечка) — кость, залегающая в толще сухилия четырехглавой мышцы бедра и облегчающая движения в коленном суставе

ОСОБЕННОСТИ СКЕЛЕТА ЧЕЛОВЕКА

● В процессе эволюции скелет человека приобрел ряд характерных особенностей. Эти особенности связаны со свойственными человеку прямохождением, усложнением функций руки и с развитием функций головного мозга (мышление, речь). Важнейшие черты, характерные для скелета человека, отмечены стрелками на рисунке справа. Большинство из них подробно рассмотрено на рисунках 8 и 9.



Отличия скелета человека от скелета животных

6 ▶

СКЕЛЕТ ГОЛОВЫ (ЧЕРЕП)

Внутренняя лодыжка — отросток большеберцовой кости

Наружная лодыжка — отросток малоберцовой кости

СКЕЛЕТ КОНЕЧНОСТЕЙ

СКЕЛЕТ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

ПОЯС ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ (ПЛЕЧЕВОЙ ПОЯС)

Ключица

Лопатка

СВОБОДНАЯ ВЕРХНЯЯ КОНЕЧНОСТЬ

Плечевая кость

Локтевая кость

Лучевая кость

Кости запястья (8)

Кости пясти (5)

Фаланги пальцев

△ Человек △ Собака

Человек ▽ Шимпанзе ▽

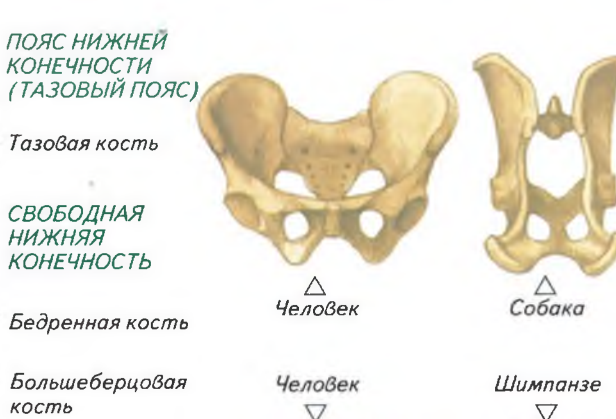
◀ 7

Верхняя конечность человека способна к разнообразным и тонким действиям. Ключицы длинные, плечевой сустав отставлен от оси тела и очень подвижен. Пальцы кисти, особенно большой, — длинные, подвижные, способны обхватывать предметы.

СКЕЛЕТ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

ПОЯС НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ (ТАЗОВЫЙ ПОЯС)

Тазовая кость



△ Человек △ Собака

СВОБОДНАЯ НИЖНЯЯ КОНЕЧНОСТЬ

Бедренная кость

Большеберцовая кость

Малоберцовая кость

Кости предплюсны (7)

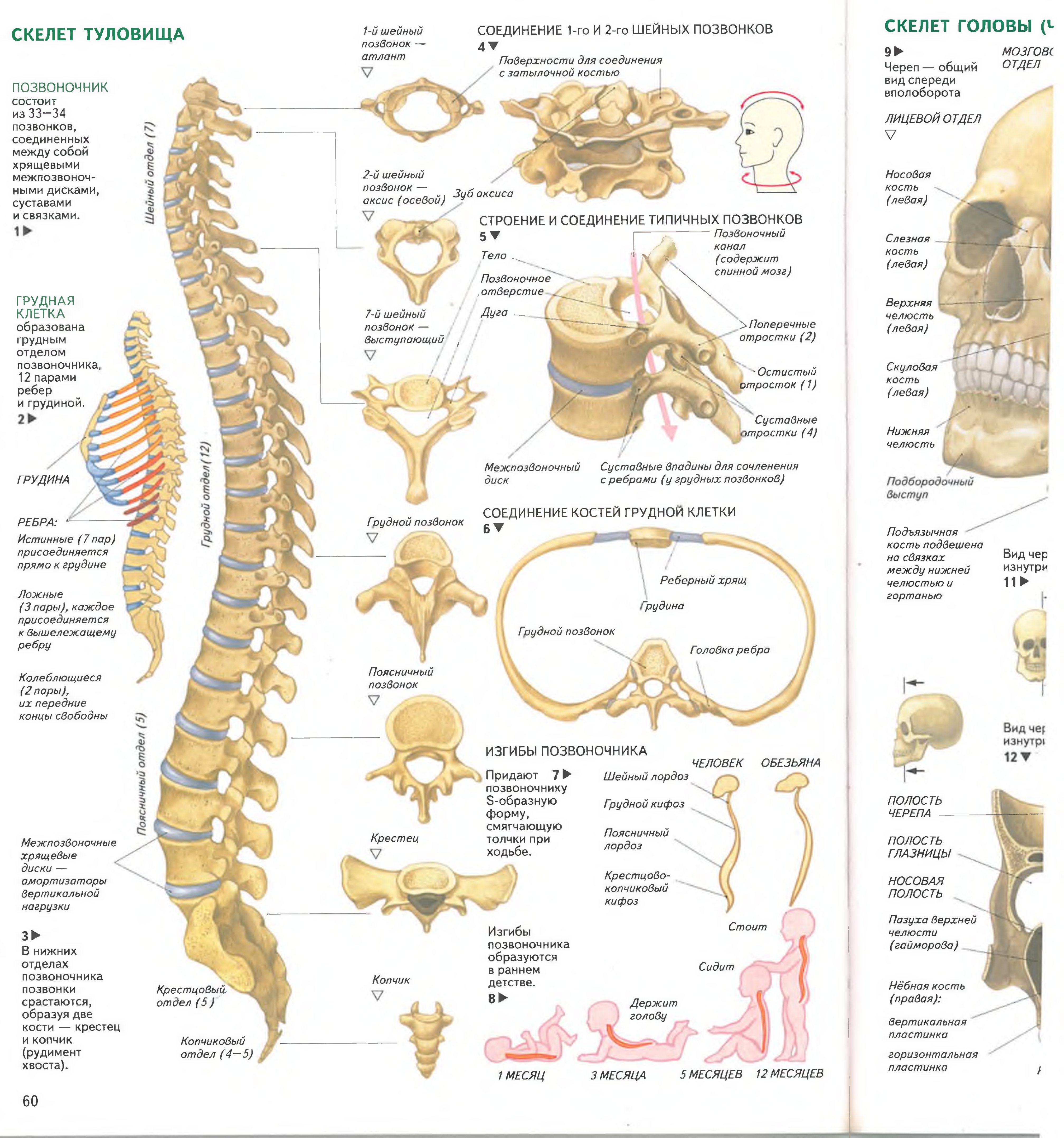
Кости плюсны (5)

Фаланги пальцев

Человек ▽ Шимпанзе ▽

◀ 8

Нижняя конечность человека приспособлена к прямохождению. Тазовый пояс образует чашеобразный таз, поддерживающий внутренние органы. Стопа утратила хватательную функцию и стала опорой для всего тела. Своды стопы смягчают толчки при ходьбе.


СКЕЛЕТ ТУЛОВИЩА
ПОЗВОНОЧНИК
состоит из 33–34 позвонков, соединенных между собой хрящевыми межпозвоночными дисками, суставами и связками.
1
ГРУДНАЯ КЛЕТКА
образована грудным отделом позвоночника, 12 парами ребер и грудиной.
2
ГРУДИНА
РЕБРА:
Истинные (7 пар) присоединяется прямо к грудине
Ложные (3 пары), каждое присоединяется к вышележащему ребру
Колеблющиеся (2 пары), их передние концы свободны
Межпозвоночные хрящевые диски — амортизаторы вертикальной нагрузки
3
В нижних отделах позвоночника позвонки срастаются, образуя две кости — крестец и копчик (рудимент хвоста).
Шейный отдел (7)
Грудной отдел (12)
Поясничный отдел (5)
Крестцовый отдел (5)
Копчиковый отдел (4–5)
1-й шейный позвонок — атлант
2-й шейный позвонок — аксис (осевой)
7-й шейный позвонок — выступающий
Грудной позвонок
Поясничный позвонок
Крестец
Копчик
СОЕДИНЕНИЕ 1-го И 2-го ШЕЙНЫХ ПОЗВОНКОВ
4
Поверхности для соединения с затылочной костью
Зуб аксиса
СТРОЕНИЕ И СОЕДИНЕНИЕ ТИПИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ
5
Тело
Позвоночное отверстие
Дуга
Позвоночный канал (содержит спинной мозг)
Поперечные отростки (2)
Остистый отросток (1)
Суставные отростки (4)
Межпозвоночный диск
Суставные впадины для сочленения с ребрами (у грудных позвонков)
СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ
6
Реберный хрящ
Грудина
Грудной позвонок
Головка ребра
ИЗГИБЫ ПОЗВОНОЧНИКА
Придают позвоночнику S-образную форму, смягчающую толчки при ходьбе.
7
ЧЕЛОВЕК
ОБЕЗЬЯНА
Шейный лордоз
Грудной кифоз
Поясничный лордоз
Крестцово-копчиковый кифоз
Изгибы позвоночника образуются в раннем детстве.
8
Стоит
Сидит
Держит голову
1 МЕСЯЦ
3 МЕСЯЦА
5 МЕСЯЦЕВ
12 МЕСЯЦЕВ
60
СКЕЛЕТ ГОЛОВЫ
9
Череп — общий вид спереди вполоборота
ЛИЦЕВОЙ ОТДЕЛ
Носовая кость (левая)
Слезная кость (левая)
Верхняя челюсть (левая)
Скуловая кость (левая)
Нижняя челюсть
Подбородочный выступ
Подъязычная кость подвешена на связках между нижней челюстью и гортанью
11
12
ПОЛОСТЬ ЧЕРЕПА
ПОЛОСТЬ ГЛАЗНИЦЫ
НОСОВАЯ ПОЛОСТЬ
Пазуха верхней челюсти (гайморова)
Нёбная кость (правая):
вертикальная пластинка
горизонтальная пластинка



СКЕЛЕТ ГОЛОВЫ (ЧЕРЕП)

9 ▶
Череп — общий вид спереди вполоборота

МОЗГОВОЙ ОТДЕЛ ▷

ЛИЦЕВОЙ ОТДЕЛ ▽

Лобная кость

Глазничные щели для зрительных нервов и кровеносных сосудов

Теменная кость (левая)

Носовая кость (левая)

Слезная кость (левая)

Верхняя челюсть (левая)

Скуловая кость (левая)

Нижняя челюсть

Подбородочный выступ

Подъязычная кость подвешена на связках между нижней челюстью и гортанью

Клиновидная кость

Отросток клиновидной кости

Височная кость (левая)

Затылочная кость

Отверстие наружного слухового прохода

Основание черепа — вид снизу
10 ▶

Горизонтальная пластинка нёбной кости

◁ *ТВЕРДОЕ НЁБО* ▽

Отросток верхней челюсти

Скуловая кость (правая)

Височная кость (правая)

Теменная кость (правая)

Затылочная кость

Большое затылочное отверстие затылочной кости — через него проходит спинной мозг

Отверстия клиновидной и затылочной костей — через них проходят кровеносные сосуды и нервы

Вид черепа изнутри сбоку
11 ▶

Пазуха лобной кости

Место, где находится гипофиз

НОСОВАЯ ПЕРЕГОРОДКА

Вертикальная пластинка решётчатой кости

Сошник

Верхняя челюсть (правая)

Пазуха клиновидной кости

Нижняя челюсть

Вдавления от кровеносных сосудов

Вид черепа изнутри сзади
12 ▼

Пазуха лобной кости

ПОЛОСТЬ ЧЕРЕПА

ПОЛОСТЬ ГЛАЗНИЦЫ

НОСОВАЯ ПОЛОСТЬ

Пазуха верхней челюсти (гайморова)

Нёбная кость (правая):

вертикальная пластинка

горизонтальная пластинка

РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ

Решётчатая кость:

ячейки

вертикальная пластинка

горизонтальная пластинка с отверстиями обонятельных нервов

Верхняя носовая раковина (правая)

Средняя носовая раковина (правая)

Нижняя носовая раковина (правая)

Основание черепа — вид изнутри сверху
13 ▼

Лобная кость

Место входа зрительных нервов

Клиновидная кость

Место, где находится гипофиз

Часть височной кости, где находится среднее и внутреннее ухо

Затылочная кость

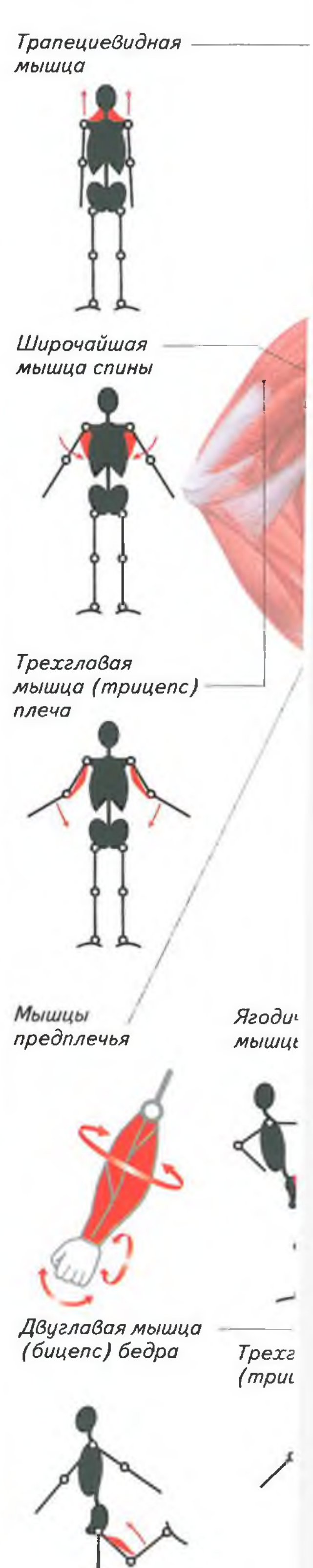
СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ

● Скелетные (соматические) мышцы различаются по форме и расположению в теле. Функции скелетных мышц зависят от того, к чему они прикреплены и где находятся точки их прикрепления. Большинство скелетных мышц прикрепляются к костям и осуществляют различные движения в суставах.

Основные виды движений в суставах конечностей и примеры расположения соответствующих скелетных мышц
1 ▼

Основные поверхностные мышцы тела человека
2 ▶

3 ▶
У человека хорошо развиты мышцы, удерживающие тело в разогнутом (вертикальном) положении. При расслаблении этих мышц тело сгибается под действием силы тяжести.





СОМАТИЧЕСКИЕ МЫШЦЫ С ОСОБЫМИ ФУНКЦИЯМИ

● Некоторые соматические мышцы выполняют в организме функции, не связанные с движениями частей скелета. Эти мышцы имеют своеобразную форму, особое расположение и точки прикрепления. Однако по своему тканевому составу, микроскопическому строению, механизмам работы и способам регуляции они не отличаются от обычных скелетных мышц.

Трапециевидная мышца

Широчайшая мышца спины

Трехглавая мышца (трицепс) плеча

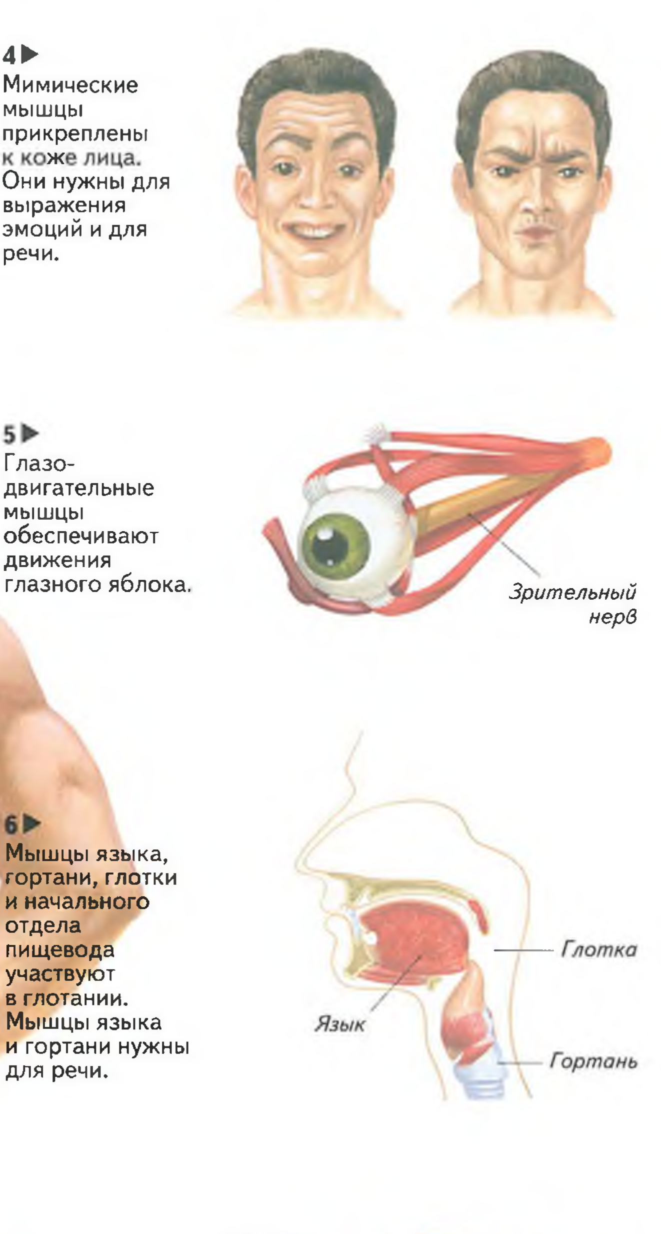
Мышцы предплечья

Ягодичные мышцы

Двуглавая мышца (бицепс) бедра

Трехглавая мышца (трицепс) голени

Ахиллово сухожилие



4 ▶ Мимические мышцы прикреплены к коже лица. Они нужны для выражения эмоций и для речи.

5 ▶ Глазодвигательные мышцы обеспечивают движения глазного яблока.

6 ▶ Мышцы языка, гортани, глотки и начального отдела пищевода участвуют в глотании. Мышцы языка и гортани нужны для речи.

7 ▶ Диафрагма разделяет грудную и брюшную полости. Вместе с межреберными мышцами она обеспечивает дыхание.



8 ▶ Мышцы тазового дна поддерживают органы таза. Круговые волокна этих мышц охватывают прямую кишку и мочеиспускательный канал, образуя замыкатели — сфинктеры.



ОЩУЩЕНИЕ И ВОСПРИЯТИЕ

РАЗБЕРИТЕСЬ В ВАШИХ ЧУВСТВАХ!

В наш головной мозг непрерывным потоком поступает огромное количество информации о нашем теле и об окружающем нас мире. Но далеко не вся эта информация достигает сознания. Например, человек не осознает изменений температуры своих внутренних органов, хотя сигналы о таких изменениях обязательно поступают в центральную нервную систему и вызывают определенные реакции организма. Только та информация, которая достигает сознания, вызывает *ощущение* (чувство).

В обыденной жизни часто говорят, что у человека пять чувств: *зрение*, *слух*, *вкус*, *обоняние* и *осязание*. Действительно, перечисленные ощущения осознаются нами наиболее ярко, а испытываем мы их практически постоянно. Тем не менее, список наших чувств они не исчерпывают. Прежде всего, в него следует добавить всем знакомые и понятные *температурное чувство* (ощущение тепла или холода), а также *боль*. Далее назовем *мышечно-суставное чувство* (ощущение взаиморасположения частей тела) и *чувство равновесия* (ощущение пространственного расположения и движения головы). Эти два ощущения осознаются менее отчетливо, чем предыдущие. Тем не менее, человек ясно чувствует, например, насколько согнута в колене его левая нога, а также находится ли он в вертикальном положении, лежит или падает. И, наконец, последнее (десятое) — это *«внутренностное» чувство* — ощущение состояния внутренних органов. Это наиболее смутное, «темное» чувство: в большинстве случаев информация, поступающая от внутренних органов не достигает сознания. Но бывают и исключения: например, наполненный мочевой пузырь ощущается весьма определенно.

РЕЦЕПТОРЫ И ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Для того чтобы возникло ощущение, необходимо воздействие какого-либо раздражителя на *рецепторы* нервной системы. Информация о таком воздействии поступает от рецепторов в центральную нервную систему и становится основой для возникновения ощущения.

Раздражители, вызывающие те или иные ощущения, могут быть разной природы: химические вещества, свет, механические или термические воздействия. В связи с этим существуют и разные виды рецепторов, приспособленные к взаимодействию с соответствующими по природе раздражителями: хемо-, фото-, механо- и терморецепторы. Рецепторы определенного вида отвечают только на действие «своих» раздражителей. На действие других, не соответствующих им раздражителей, они практически не реагируют. При этом один и тот же вид рецепторов (но не конкретный рецептор!) может участвовать в возникновении разных ощущений (рис. 1).

Особые свойства имеют *болевые рецепторы*. Они реагируют на любые по природе раздражители, если сила этих раздражителей чрезмерно велика и может привести к повреждению клеток. Это соответствует биологической функции боли — чувства, сигнализирующего о любых повреждающих воздействиях на организм.

Большинство рецепторов имеет различные *вспомогательные структуры*, например, соединительнотканные капсулы или опорные клетки. Наибольшего развития вспомогательные структуры достигают в *органах чувств*. Орган чувств — это специальная часть организма, приспособленная для обеспечения работы рецепторов определенного вида ощущений и содержащая в себе все такие рецепторы.

Расположение рецепторов разных ощущений в организме показано на рисунке 1.

Рецепторы разных видов ощущений (звездочкой отмечены органы чувств)
1▼

Вид ощущения	Вид раздражителя	Вид рецепторов	Местоположение рецепторов
Слух	Механические волны	Механорецепторы	Ухо (улитка)*
Чувство равновесия	Давление	Механорецепторы	Ухо (вестибулярный орган)*
Зрение	Электромагнитные волны	Фоторецепторы	Глаз*
Обоняние	Летучие вещества	Хеморецепторы	Нос (обонятельная область)*
Вкус	Растворенные вещества	Хеморецепторы	Язык*
Осязание	Давление и растяжение	Механорецепторы	Кожа и наружные слизистые оболочки
Температурное чувство	Температура	Терморецепторы	Кожа и наружные слизистые оболочки
Мышечно-суставное чувство	Растяжение	Механорецепторы	Опорно-двигательный аппарат
«Внутренностное» чувство	Различные	Различные	Внутренние органы
Боль	Любые повреждающие	Болевые	Практически повсеместно

СЕНСОРНЫЕ СИ

Сенсорной системой н
определенного вида ощ
все сенсорные систем
отделы (рис. 2).

Периферический отдел
извне или изнутри орг
специальная рецептор
уже отмечалось, больш
есть специальные орга
черепных нервов в цен
раздражителем, в отро
в центральную нервну

Центральный отдел се
путями и нервными
длинными отросткам
нервной системы. Они
от одного нервного цен
собой группы нейрон
систем они располага
ствол головного мозга
конечного мозга.

Нейроны в нервных це
сети, в которых про
информации (наприме
Когда в эти процесс
системы, у человека в
ощущения имеют раз
определяется тем, как

Из корковых центров ин
в другие зоны коры, а
Благодаря включени
происходит сопоставл
поступает в мозг из др
В результате возникает

ВОСПРИЯТИЕ —

Следует различать поня
это осознание челове
раздражителя, возможн
картины это информа
различных деталей и т
ощущения, т. е. сопост
информацией, в том
жизни знаниями и пред
в сознании человека во
раздражителя, но и зав

Посмотрите на среднюю
в столбик на рисунке
ее разглядывании ощу
можно описать так: «т
Этот образ возникает в
время, на вопрос «Что
Некоторые так и скаж
что это». Пятилетний
(та, которая ползает).
изображена улитка вн
нервом.

Таким образом, один и
одинаковое ощущение
совсем по-разному. Вп
какой-нибудь раздраж
приведены на с. 71.

ıормации о нашем теле
ı. Например, человек не
зменениях обязательно
ии организма. Только

, *обоняние* и *осязание*.
ıваем мы их практически
з него следует добавить
холода), а также *боль*.
частей тела) и *чувство*
ı). Эти два ощущения
ıт, например, насколько
ıнии, лежит или падает.
е состояния внутренних
ормация, поступающая
, наполненный мочевой

ажителя на *рецепторы*
центральную нервную

: химические вещества,
зные виды рецепторов,
ителями: хемо-, фото-,
ı на действие «своих»
актически не реагируют.
зовать в возникновении

ıде раздражители, если
еток. Это соответствует
ющих воздействиях на

ример, соединительно-
е структуры достигают
енная для обеспечения
е рецепторы.

жение рецепторов
*
ılярный орган)*
ельная область)*
жные слизистые оболочки
жные слизистые оболочки
ıательный аппарат
органы
ı повсеместно

СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Сенсорной системой называют совокупность элементов нервной системы, необходимых для возникновения определенного вида ощущений. Для каждого ощущения есть собственная сенсорная система. Тем не менее все сенсорные системы построены по общему плану и включают в себя периферический и центральный отделы (рис. 2).

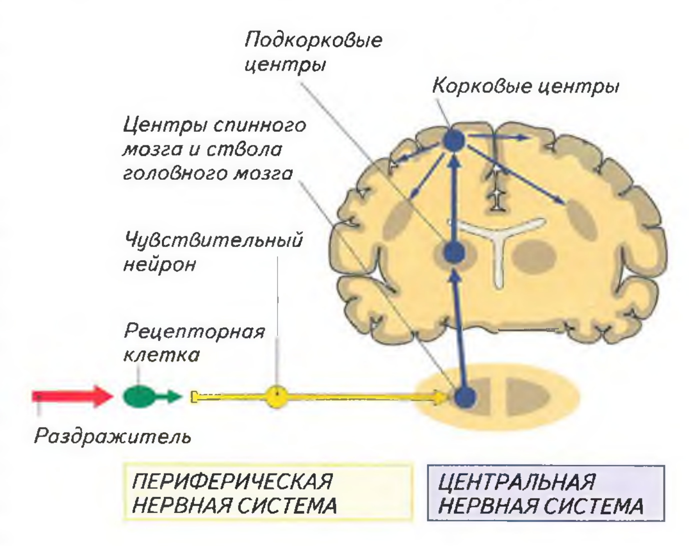
Периферический отдел сенсорной системы организован следующим образом. Раздражители, поступающие извне или изнутри организма, действуют на рецепторы сенсорной системы. Рецептором может быть или специальная рецепторная клетка (см. рис. 2), или окончание дендрита *чувствительного нейрона*. Как уже отмечалось, большинство рецепторов имеет вспомогательные структуры, а для пяти видов ощущений есть специальные органы чувств. Аксоны чувствительных нейронов идут в составе спинномозговых или черепных нервов в центральную нервную систему. В результате сложного взаимодействия рецептора с раздражителем, в отростках чувствительного нейрона возникают электрические импульсы, которые несут в центральную нервную систему информацию о свойствах раздражителя (например, о его силе).

Центральный отдел сенсорной системы представлен проводящими путями и нервными центрами. *Проводящие пути* образованы длинными отростками нейронов белого вещества центральной нервной системы. Они осуществляют быструю передачу информации от одного нервного центра к другому. *Нервные центры* представляют собой группы нейронов серого вещества. В большинстве сенсорных систем они располагаются на трех уровнях: 1) спинной мозг или ствол головного мозга; 2) промежуточный мозг; 3) кора полушарий конечного мозга.

Нейроны в нервных центрах связаны между собой в разветвленные сети, в которых происходят сложнейшие процессы обработки информации (например, усиление сигналов и подавление помех). Когда в эти процессы включаются корковые центры сенсорной системы, у человека возникает осознанное ощущение. Различные ощущения имеют различные корковые центры, и вид ощущения определяется тем, какие именно центры возбудились (рис. 3).

Из корковых центров информация о свойствах раздражителя поступает в другие зоны коры, а также в подкорковые ядра конечного мозга. Благодаря включению этих отделов в работу сенсорной системы происходит сопоставление полученной информации с той, которая поступает в мозг из других источников, а также хранится в памяти. В результате возникает понимание ощущения, то есть *восприятие*.

Основные элементы сенсорной системы **2** ▼



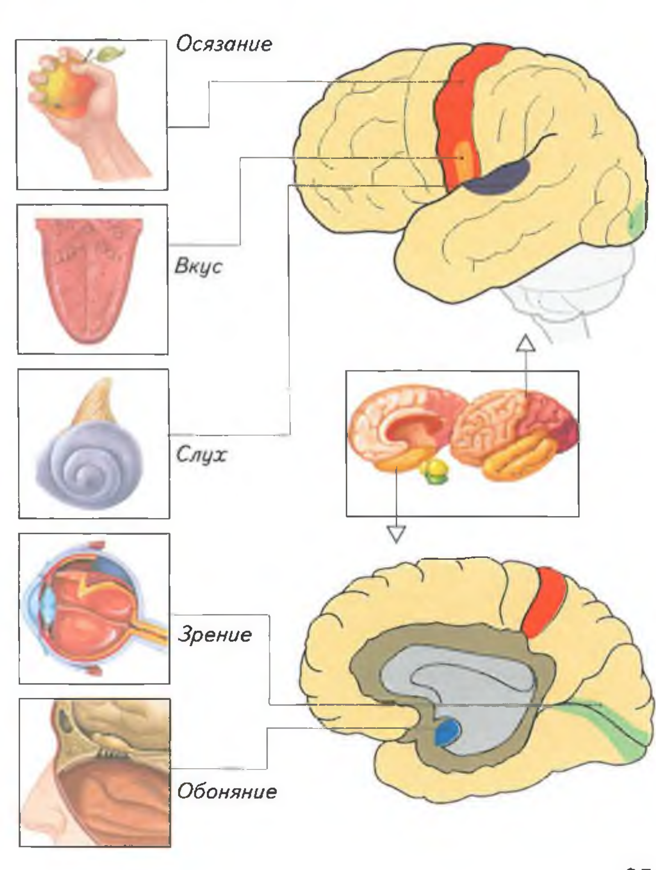
ВОСПРИЯТИЕ — ПОНЯТОЕ ОЩУЩЕНИЕ

Следует различать понятия «ощущение» и «восприятие». *Ощущение* — это осознание человеком информации о свойствах какого-либо раздражителя, возможно, очень сложного. Например, при разглядывании картины это информация о цветах красок, взаиморасположении различных деталей и тому подобное. *Восприятие* — это понимание ощущения, т. е. сопоставление информации о раздражителе с другой информацией, в том числе с накопленными человеком в течение жизни знаниями и представлениями. Поэтому в результате восприятия в сознании человека возникает образ, не только отражающий свойства раздражителя, но и зависящий от личности человека.

Посмотрите на среднюю из пяти маленьких картинок, расположенных в столбик на рисунке 3 (рядом с ней написано слово «слух»). При ее разглядывании ощущение дает нам зрительный образ, который можно описать так: «толстая голубая спираль с желтым отростком». Этот образ возникает в сознании любого здорового человека. В то же время, на вопрос «Что вы видите?» разные люди ответят по-разному. Некоторые так и скажут: «Толстая голубая спираль... Не понимаю, что это». Пятилетний ребенок, возможно, скажет, что это улитка (та, которая ползает). Но вы, конечно же, ответите, что на рисунке изображена улитка внутреннего уха с отходящим от нее слуховым нервом.

Таким образом, один и тот же раздражитель может вызывать у людей одинаковое ощущение, но понимать и воспринимать его они могут совсем по-разному. Впрочем, и один человек может воспринимать какой-нибудь раздражитель по-разному. Некоторые примеры этого приведены на с. 71.

Корковые центры пяти основных ощущений **3** ▼



КОЖНО-МЫШЕЧНОЕ ЧУВСТВО

● Под этим названием объединяют мышечно-суставное чувство и ощущения, возникающие при возбуждении рецепторов кожи: осязание, температурное чувство (чувства тепла и холода), а также боль.

● Осязательные рецепторы реагируют на давление и на растяжение. Возникновение или прекращение давления ощущается как прикосновение. Быстрые изменения давления на кожу (например, при проведении пальцем по шероховатой поверхности) дают ощущение вибрации. Различные элементы опорно-двигательного аппарата содержат рецепторы растяжения. По степени деформации этих рецепторов определяется взаиморасположение частей тела в пространстве. Объединение информации от разных рецепторов кожно-мышечного чувства дает совокупное ощущение формы и поверхности (например, при ощупывании предмета).

● Каждому участку тела соответствует определенная зона общего коркового центра кожно-мышечного чувства. Количество нейронов в этой зоне наглядно изображается в виде «чувствительного человечка».

Проводящие пути и корковый центр кожно-мышечного чувства
1 ▶

«Чувствительный человечек»

Головной мозг

Перекрест проводящих путей

Информация от правой половины тела идет в левое полушарие мозга (от левой половины, соответственно, в правое полушарие)

Спинной мозг (или ствол головного мозга)

2 ▶
РЕЦЕПТОРЫ КОЖИ

ОСЯЗАТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА
▼ 2а

Кожный эпителий

Рецепторная осязательная клетка

Чувствительное нервное окончание

Миелиновое нервное волокно

ОСЯЗАТЕЛЬНОЕ ТЕЛЬЦЕ
▼ 2б

Вспомогательные клетки

Соединительно-тканная капсула

Чувствительные нервные окончания

Миелиновые нервные волокна

ТЕЛЬЦЕ РУФФИНИ
▼ 2в

Соединительно-тканная капсула

Миелиновые нервные волокна

Чувствительные нервные окончания

ДАВЛЕНИЕ, РАСТЯЖЕНИЕ

ПРИКОСНОВЕНИЕ

ВИБРАЦИЯ

ХОЛОД, ТЕПЛО, БОЛЬ

△ БЕЗВОЛОСАЯ КОЖА ▽

△ ОВОЛОСЕННАЯ КОЖА ▽

СВОБОДНОЕ НЕРВНОЕ ОКОНЧАНИЕ
2г ▼

Кожный эпителий

Чувствительное нервное окончание

Безмиелиновое нервное волокно

НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ ВОЛОСЯНЫХ ФОЛЛИКУЛОВ
2д ▼

Клетки волосяного фолликула (мешочка)

Чувствительные нервные окончания

Безмиелиновое нервное волокно

ПЛАСТИНЧАТОЕ ТЕЛЬЦЕ
2е ▼

Слоистая соединительно-тканная капсула

Чувствительное нервное окончание

Миелиновое нервное волокно

РЕЦЕПТОРЫ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АПП
3 ▶

ТЕЛ
в су
▼ 3

ОБОНЯНИЕ

● Обонятельные р
находятся в небол
(около 5 см^2) обла
слизистой оболоч
верхних отделов н
полости. Они реаг
на действие опред
химических вещес
попадающих с воз
Человек способен
различать десятки
тысяч запахов, од
общепринятой их
классификации
не существует, а д
механизма возни
запаха неизвестн

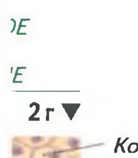
ВКУС

● Вкусовые рецеп
сосредоточены в я
(особенно в его сс
В разных зонах яз
расположены четы
вкусовых рецепто
отвечающих за че
первичных вкуса:
горький, сладкий
Общее ощущение
пищи складываетс
из этих четырех в
и дополняется ин
от температурных
ных и болевых ре
ротовой полости,
а также от обонят
рецепторов.

«Чувствительный человечек»

Информация от правой половины тела идет в левое полушарие мозга (от левой половины, соответственно, в правое полушарие)

2г ▼



2д ▼

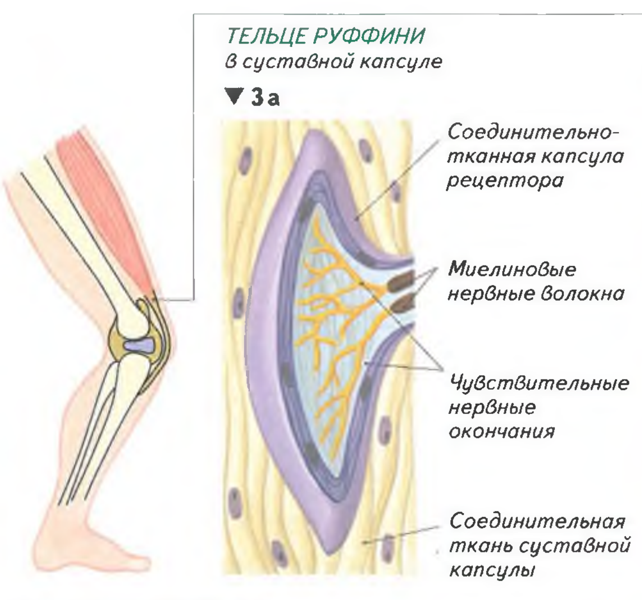


2е ▼



РЕЦЕПТОРЫ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
3 ▶

ТЕЛЬЦЕ РУФФИНИ
в суставной капсуле
▼ 3а



СУХОЖИЛЬНОЕ ВЕРЕТЕНО
в сухожилии на его границе с мышцей
▼ 3б



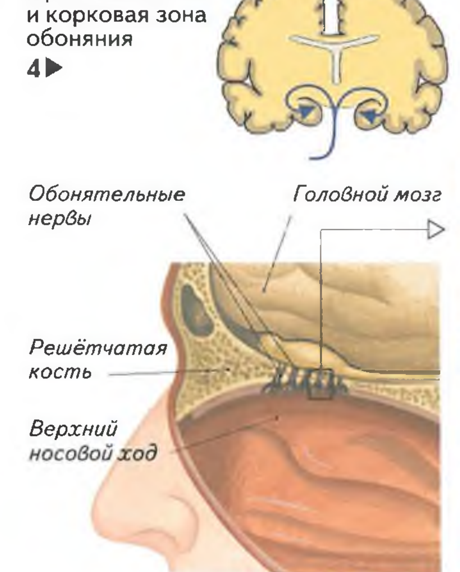
МЫШЕЧНОЕ ВЕРЕТЕНО
в мышце на ее границе с сухожилием
▼ 3в



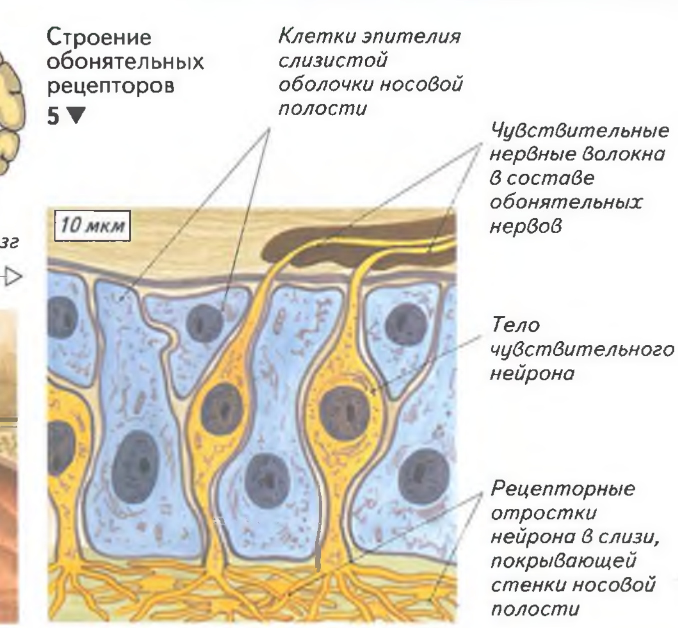
ОБОНЯНИЕ

● Обонятельные рецепторы находятся в небольшой (около 5 $см^2$) области слизистой оболочки верхних отделов носовой полости. Они реагируют на действие определенных химических веществ, попадающих с воздухом. Человек способен различать десятки тысяч запахов, однако общепринятой их классификации не существует, а детали механизма возникновения запаха неизвестны.

Орган обоняния и корковая зона обоняния
4 ▶



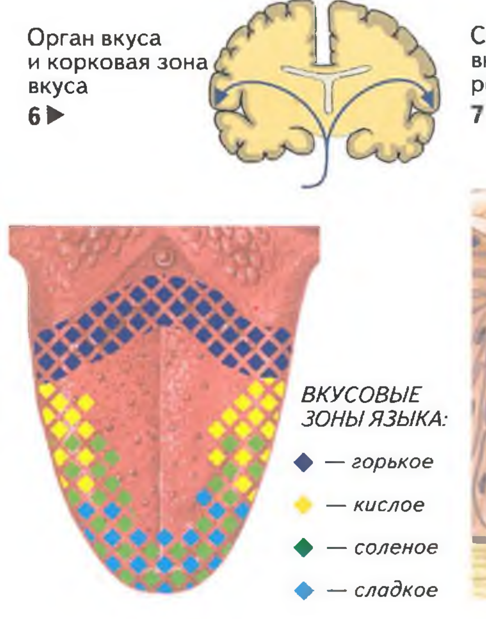
Строение обонятельных рецепторов
5 ▼



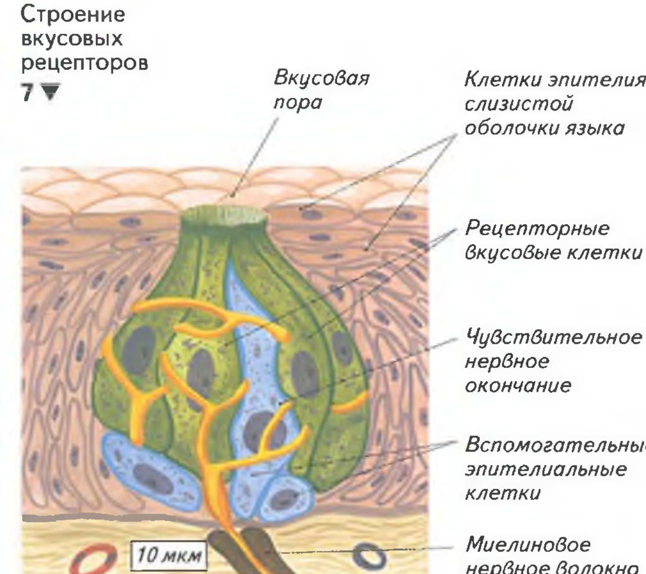
ВКУС

● Вкусовые рецепторы сосредоточены в языке (особенно в его сосочках). В разных зонах языка расположены четыре вида вкусовых рецепторов, отвечающих за четыре первичных вкуса: кислый, горький, сладкий и соленый. Общее ощущение вкуса пищи складывается из этих четырех вкусов и дополняется информацией от температурных, осязательных и болевых рецепторов ротовой полости, а также от обонятельных рецепторов.

Орган вкуса и корковая зона вкуса
6 ▶



Строение вкусовых рецепторов
7 ▼



УХО — ОРГАН ДВУХ ЧУВСТВ

1 ▶
СТРОЕНИЕ УХА
В составе уха различают три части: *наружное*, *среднее* и *внутреннее* ухо. Внутреннее ухо включает в себя улитку и вестибулярный орган, состоящий из полукружных каналов и преддверия (вестибулума). Наружное и среднее ухо, а также улитка относятся к слуховой сенсорной системе. Вестибулярный орган является частью сенсорной системы, обеспечивающей чувство равновесия.

Височная доля полушария головного мозга
Преддверно-улитковый нерв
Внутренний слуховой проход
Височная кость
Улитка
Преддверие
Полукружные каналы
Барабанная перепонка
Слуховые косточки
Барабанная полость
Слуховая труба ведет в полость глотки
Ушная раковина
Наружный слуховой проход

НАРУЖНОЕ УХО
проводит колебания воздуха

СРЕДНЕЕ УХО
усиливает звуковые колебания

ВНУТРЕННЕЕ УХО
содержит вестибулярные и слуховые рецепторы

ЧУВСТВО РАВНОВЕСИЯ

● Положение и два различных типа движения головы в пространстве улавливаются двумя частями вестибулярного органа — полукружными каналами и преддверием.

Вестибулярный орган в составе внутреннего уха
2а ▼

ПОЛУКРУЖНЫЕ КАНАЛЫ
УЛИТКА
Полости внутреннего уха заполнены особой жидкостью
ПРЕДДВЕРИЕ

2б ▲
Полукружные каналы лежат в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях.

3 ▶
РЕЦЕПТОРЫ ПОЛУКРУЖНЫХ КАНАЛОВ
реагируют на движение с угловым ускорением при поворотах головы в разных плоскостях.

Желеобразное вещество
Полость полукружного канала
Рецепторные волосковые клетки
Дендриты чувствительных нейронов
ПОВОРОТ
Отклонение волосков рецепторных клеток, вызывающее их возбуждение
Давление жидкости, в силу инерции не успевающей за вращением полукружного канала

4 ▶
РЕЦЕПТОРЫ ПРЕДДВЕРИЯ
отслеживают направление действия силы тяжести и реагируют на движения с линейным ускорением при прыжках, наклонах и т. п.

Желеобразное вещество
Кристаллы кальцита
Полость преддверия
Рецепторные волосковые клетки
Дендриты чувствительных нейронов
НАКЛОН
Отклонение волосков рецепторных клеток, вызывающее их возбуждение

СЛУХ
ОСНОВНЫЕ С

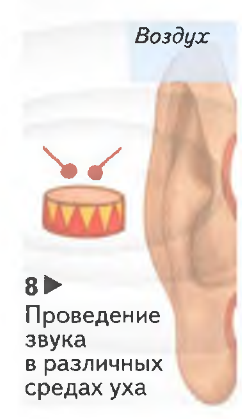
5 ▶
СЛУХОВЫЕ КОСТОЧКИ
проводят звук от барабанной перепонки к улитке. При этом амплитуда звуковых колебаний увеличивается в основном из-за того, что площадь барабанной перепонки много больше площади овального окна (по принципу шприца).

7 ▶
КОРТИЕВ (СПИРАЛЬНЫЙ) ОРГАН
лежит на основной мембране и длинной полоской закручивается по ходу улитки. Содержит слуховые рецепторные клетки.

Тела чувст нейро

ПРОВЕДЕНИЕ

● Звук — это среды, распро слышит только В ухе звук про кость, жидкост рецепторов. От поступает в це



8 ▶
Проведение звука в различных средах уха



Преддверие

...лукружные ...налы

...УТРЕННЕЕ УХО
...ержит вестибулярные и ...ховые рецепторы

Железобразное вещество

Полость полукружного канала

Рецепторные волосковые клетки

Дендриты чувствительных нейронов

Отклонение волосков рецепторных клеток, вызывающее их возбуждение

Кристаллы кальцита

Полость преддверия

Рецепторные волосковые клетки

Дендриты чувствительных нейронов

Отклонение волосков рецепторных клеток, вызывающее их возбуждение

СЛУХ

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ, ПРОВОДЯЩИЕ И ПРИНИМАЮЩИЕ ЗВУК

5 ▶
СЛУХОВЫЕ КОСТОЧКИ
проводят звук от барабанной перепонки к улитке. При этом амплитуда звуковых колебаний увеличивается в основном из-за того, что площадь барабанной перепонки много больше площади овального окна (по принципу шприца).

Молоточек

Наковальня

Стремя

Барабанная перепонка

$S_1 > S_2$

$A_1 < A_2$

Овальное окно (закрыто стременем)

Круглое окно — затянуто упругой перепонкой.

Направление проведения звука в жидкости улитки

Основная мембрана

Нижняя лестница

Кортиев орган

Средняя лестница

Верхняя лестница

◀ 6
УЛИТКА
состоит из трех каналов, скрученных, как винтовые лестницы, и заполненных жидкостью. Верхняя и нижняя лестницы сообщаются наверху улитки и имеют по отверстию у ее основания — овальное и круглое окна.

7 ▶
КОРТИЕВ (СПИРАЛЬНЫЙ) ОРГАН
лежит на основной мембране и длинной полоской закручивается по ходу улитки. Содержит слуховые рецепторные клетки.

ВЕРХНЯЯ ЛЕСТНИЦА

Покровная мембрана из железобразного вещества

СРЕДНЯЯ ЛЕСТНИЦА

Рецепторные волосковые клетки

Дендриты чувствительных нейронов

НИЖНЯЯ ЛЕСТНИЦА

Тела чувствительных нейронов

Овальное окно

Кортиев орган

Основная мембрана

Круглое окно

«Раскрученная» улитка (для простоты средняя лестница не показана)
6а ▼

Верхняя лестница

Нижняя лестница

Направление проведения звуковых колебаний в жидкости улитки

ПРОВЕДЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В СЛУХОВОЙ СИСТЕМЕ

● Звук — это механические колебания частиц упругой среды, распространяющиеся в ней в виде волн. Человек слышит только звуки с частотой от 16 Гц до 20 кГц.
В ухе звук проходит в разных физических средах (воздух, кость, жидкость), вызывая, в конечном счете, возбуждение рецепторов. От них информация о характеристиках звука поступает в центральную нервную систему.

9 ▶
Проведение информации в нервной системе



8 ▶
Проведение звука в различных средах уха

ЗРЕНИЕ

СТРОЕНИЕ ГЛАЗА

● Орган зрения — глаз — состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата. Глазное яблоко является оптическим прибором, осуществляющим регулируемое проведение света к фоторецепторам. Элементы вспомогательного аппарата глаза (веки, брови и др.) «обслуживают» работу этого прибора.

1 ▶
Это странно, но мы не можем плавно «окинуть взором» что-либо: глаз будет двигаться скачками от одной точки фиксации взора к другой. Убедитесь сами!



ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ГЛАЗА

2 ▶
СЛЕЗНЫЙ АППАРАТ
состоит из слезной железы и слезоотводящих путей. Слезы омывают поверхность глазного яблока, контактирующую с внешней средой, выполняя защитную функцию.



3 ▶
ГЛАЗО-ДВИГАТЕЛЬНЫЕ МЫШЦЫ
в количестве шести штук прикрепляются в разных точках к глазному яблоку, обеспечивая его повороты в разные стороны (на рисунке показаны мышцы правого глаза).



Цветными кружками отмечены точки прикрепления мышц и соответствующие направления поворота глазного яблока

ГЛАЗНОЕ ЯБЛОКО

4 ▶
Горизонтальный разрез правого глазного яблока (вид сверху)

Склера

Глазодвигательная мышца (наружная прямая)

ОБОЛОЧКИ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА

Соединительнотканная оболочка включает в себя склеру (белочную оболочку) и роговицу

Конъюнктива — слизистая оболочка, покрывающая веки изнутри и склеру снаружи

Сосудистая оболочка содержит кровеносные сосуды, спереди представлена радужкой и ресничным телом

Роговица — линза, создающая основную часть преломляющей способности глаза

Сетчатая оболочка (сетчатка) содержит фоторецепторы

Радужка содержит гладкие мышцы, изменяющие диаметр зрачка. Определяет цвет глаз

Желтое пятно сетчатки с центральной ямкой — область максимального скопления фоторецепторов

Задняя камера глаза

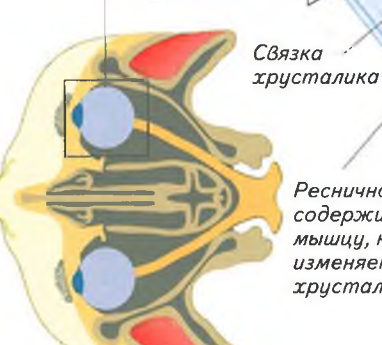
Передняя камера глаза

Зрительная ось

Зрительный нерв

Хрусталик — линза с регулируемой преломляющей способностью

Связка хрусталика



Ресничное тело — содержит ресничную мышцу, которая изменяет кривизну хрусталика

Канал, в котором у плода проходят кровеносные сосуды, питающие хрусталик

Стекловидное тело — студенистая масса, составляющая основную часть внутреннего ядра глаза

Глазодвигательная мышца (внутренняя прямая)

ПРОВЕДЕНИЕ З

5 ▶
Проводящие пути зрительной системы устроены так, что в левое полушарие головного мозга попадает информация о том, что справа от нас, а в правое — о том, что слева. Такая ситуация сохраняется и при зрении двумя глазами, которое называется бинокулярным. При этом увеличивается общее поле зрения, а также появляется область, видимая обоими глазами одновременно.

ОПТИКА ГЛАЗА

8 ▶
ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА –
это главное оптическое явление, происходящее в глазу. В результате преломления лучи света фокусируются на сетчатке.

10 ▶
АККОМОДАЦИЯ ГЛАЗА –
это настройка оптической системы глаза для рассматривания разноудаленных объектов. Аккомодация осуществляется за счет работы ресничной мышцы, которая регулирует кривизну хрусталика, и, следовательно, его способность преломлять свет. Изменение преломляющей способности хрусталика позволяет фокусировать изображение на сетчатке при изменении расстояния до объекта.

МЕХАНИЗМЫ ЗРЕНИЯ

ОСТРОТА ЗРЕНИЯ

1 ▶

Мы различаем две точки только если свет от них попадает на две рецепторные клетки, разделенные хотя бы еще одной. В противном случае (если расстояние между точками очень мало или они очень удалены от глаза) их зрительные образы сливаются. За величину остроты зрения принимают наименьший угол зрения, под которым две точки еще видны порознь.

Объект *Фоторецепторы* *Образ*

Угол зрения

2 ▶

С двух метров смотрите на рисунок одним глазом. Острота зрения указана справа от той строки колец, в которой вы еще видите их разрывы. Норма — больше1,0.

0,8

1,0

1,2

СВЕТ И СЕТЧАТКА ГЛАЗА

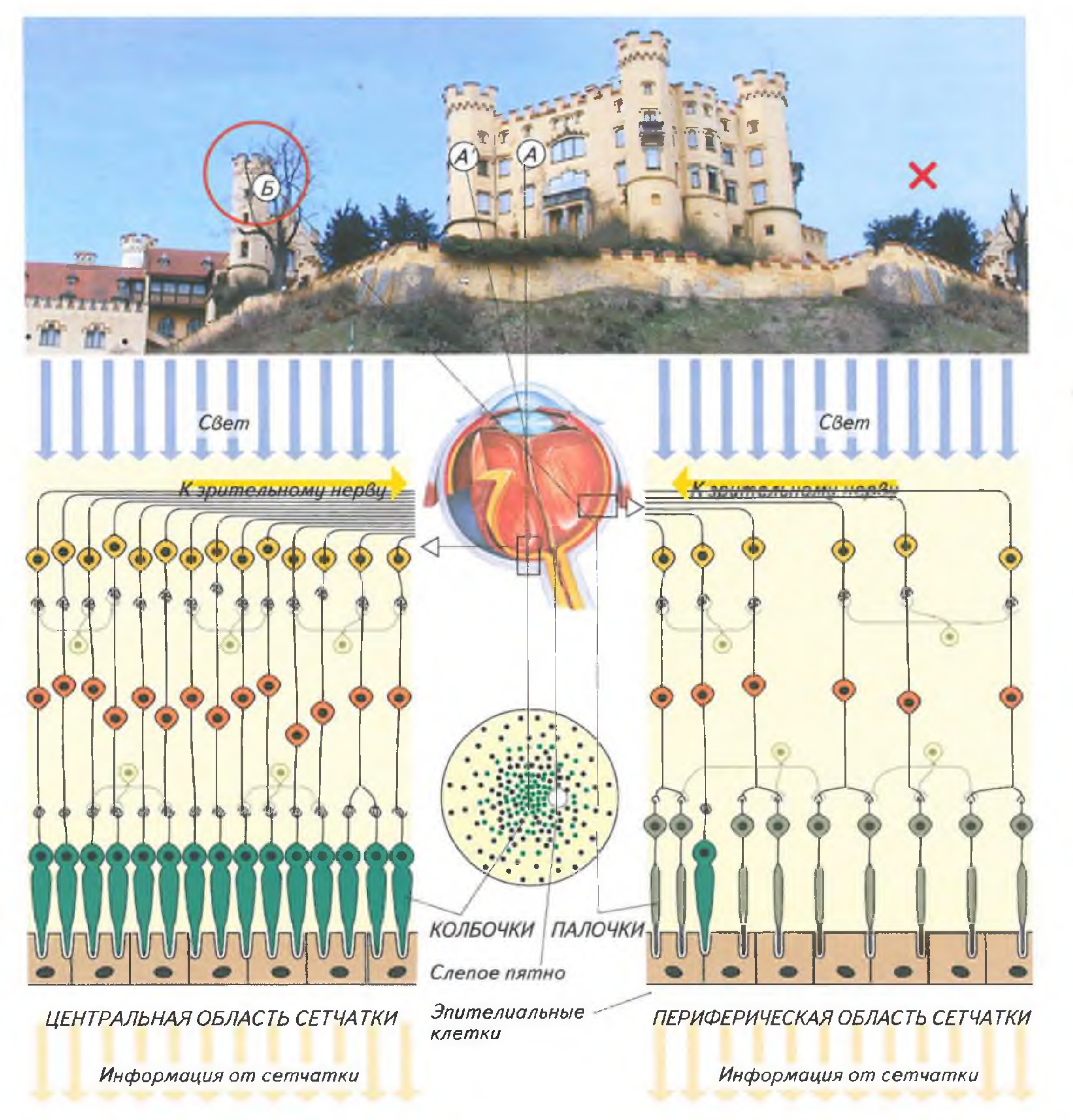
3 ▶

Около 90% информации об окружающем нас мире мы получаем с помощью зрения. Это чувство дает нам яркие образы, подобные тому, что возникает при взгляде на рисунок справа. При этом вне нашего ощущения остаются сложные, а порой и неожиданные преобразования информации, происходящие на пути от объекта до образа этого объекта в нашем сознании. О некоторых из этих преобразований далее и пойдет речь.

4 ▶

Свет проникает вглубь сетчатки, где расположены фоторецепторные клетки двух видов — палочки и колбочки. Эти клетки передают информацию о действии света нейронам. Нейроны сетчатки образуют многослойную сеть, пройдя по которой, информация собирается в зрительном нерве и направляется в головной мозг.

Центр сетчатки занят только тесно расположенными колбочками. Благодаря этому достигается высокая острота зрения в центральном поле (точка А на верхнем рисунке). Свет от боковых полей зрения (точка Б) попадает на периферическую область сетчатки, где колбочек почти нет, а находятся редкие палочки. Поэтому объекты в боковых полях зрения различаются довольно плохо. Область выхода из сетчатки зрительного нерва — это слепое пятно. Фоторецепторов здесь нет, и объекты, свет от которых попадает в эту область, не видны (точка А').



5 ▶

Теперь учтите, что колбочки различают цвета, а палочки — нет, и посмотрите, что получается. Объекты, находящиеся в боковых полях зрения, мы видим черно-белыми и нерезкими (рис. 5б). То, что находится в центральном поле зрения, видно резко и в цвете, но из картины выпадает участок, соответствующий слепому пятну (рис. 5а). Этот участок можно легко обнаружить. Закрыв правый глаз, смотрите левым с расстояния около 30 см на красный крестик на рис. 3, а по левой половине рис. 3 двигайте кончик карандаша — в области красной окружности он исчезнет.



◀ 5а
КОЛБОЧКОВОЕ ЗРЕНИЕ: центральное, цветовое, острое, дневное

5б ▶
ПАЛОЧКОВОЕ ЗРЕНИЕ: боковое, черно-белое, не острое, сумеречное



ЦВЕТОВОЕ ЗРЕНИ

Цвет определяется длино волны. В сетчатке сущес три типа колбочек, кажд из которых наиболее чув к свету определенной дл волны: синему, зеленому красному (рис. 6). Любом цвету соответствует та ил комбинация этих трех ос цветов (рис. 7). Анализир разных типов колбочек, мозг определяет, свет ка действует на сетчатку.

ДАЛЬТОНИЗМ

Некоторые люди страда нарушениями цветовосп Наиболее распростране из таких нарушений явля дальтонизм — полное и частичное неразличение и зеленого цветов (см. р Это заболевание переда по наследству по женско но проявляется оно, как у мужчин. Дальтонизм р степени выраженности и примерно у 5% всех муж чем у 0,3% женщин.

«ФОКУСЫ» ЗРЕН

Зрение — очень сложны Это становится особенно при знакомстве с неожид эффектами зрительного Некоторые из таких эфф (в основном — зрительн представлены на рисунк

Рисунок 10 показывает, может влиять на наше во объектов то окружение, они находятся.

Возникновение стойкой при рассматривании рис 11 и 12 вызвано сложны взаимодействием проце возбуждения и торможе нейронов в сетчатке и в структурах зрительной

Рисунок 13 иллюстриру столько особенности зр сколько некоторые общ работы головного мозга с восприятием.

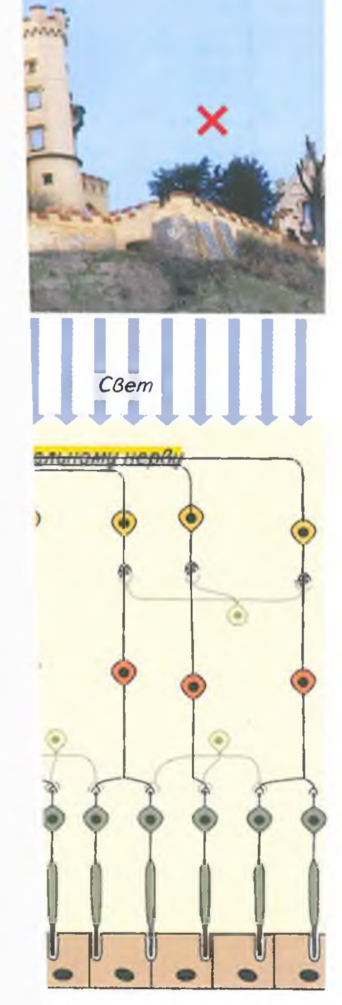
Интересный эффект, св с работой фоторецепто и цветовым зрением мо наблюдать, используя р Смотрите на этот рисун не мигая и не перемеща в течение 30 — 40 с. Пос быстро переместите вз поверхность (например или на лист бумаги). Вы же рисунок, но с перем

Рисунки 14 и 15 предст двойные изображения и та же картинка может в сознании совершенно образы. Если вы задума тем, как это может про вы почувствуете огромн между собственно зрит ощущением и нашим во зрительного образа.

0,8

1,0

1,2



ЦВЕТОВОЕ ЗРЕНИЕ

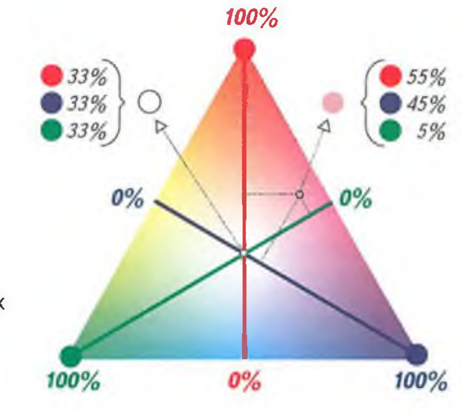
Цвет определяется длиной световой волны. В сетчатке существуют три типа колбочек, каждый из которых наиболее чувствителен к свету определенной длины волны: синему, зеленому или красному (рис. 6). Любому другому цвету соответствует та или иная комбинация этих трех основных цветов (рис. 7). Анализируя реакции разных типов колбочек, головной мозг определяет, свет какого цвета действует на сетчатку.

Реакция колбочек

450 550 650

Длина волны света (нм)

◀ 6
Реакция трех типов колбочек на свет разной длины волны (цвета).



7 ▶
Цветовой треугольник: как получить любой цвет из трех основных.

ДАЛЬТОНИЗМ

Некоторые люди страдают нарушениями цветовосприятия. Наиболее распространенным из таких нарушений является дальтонизм — полное или частичное неразличение красного и зеленого цветов (см. рис. 8 и 9). Это заболевание передается по наследству по женской линии, но проявляется оно, как правило, у мужчин. Дальтонизм разной степени выраженности имеется примерно у 5% всех мужчин и менее чем у 0,3% женщин.



◀ 8
Так видит здоровый человек.



9 ▶
А так видит больной дальтонизмом: красный и зеленый цвета заменяются желто-коричневыми.



«ФОКУСЫ» ЗРЕНИЯ

Зрение — очень сложный процесс. Это становится особенно ясно при знакомстве с неожиданными эффектами зрительного восприятия. Некоторые из таких эффектов (в основном — зрительные иллюзии) представлены на рисунках справа.

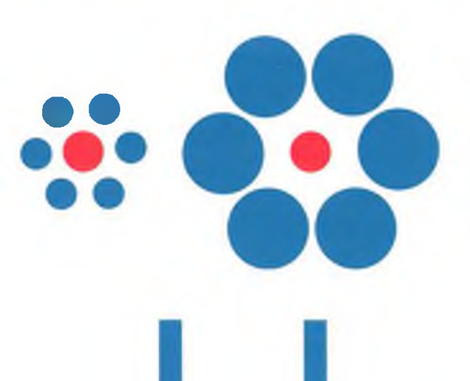
Рисунок 10 показывает, как сильно может влиять на наше восприятие объектов то окружение, в котором они находятся.

Возникновение стойкой иллюзии при рассматривании рисунков 11 и 12 вызвано сложным взаимодействием процессов возбуждения и торможения нейронов в сетчатке и в других структурах зрительной системы.

Рисунок 13 иллюстрирует не столько особенности зрения, сколько некоторые общие принципы работы головного мозга, связанные с восприятием.

Интересный эффект, связанный с работой фоторецепторов и цветовым зрением можно наблюдать, используя рисунок 14. Смотрите на этот рисунок, не мигая и не перемещая взгляд, в течение 30 — 40 с. После этого быстро переместите взор на белую поверхность (например, на потолок или на лист бумаги). Вы увидите тот же рисунок, но с переменой цветов.

Рисунки 14 и 15 представляют собой двойные изображения — одна и та же картинка может вызывать в сознании совершенно разные образы. Если вы задумаетесь над тем, как это может происходить, вы почувствуете огромную разницу между собственно зрительным ощущением и нашим восприятием зрительного образа.



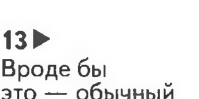
◀ 10
Красные круги равны между собой.



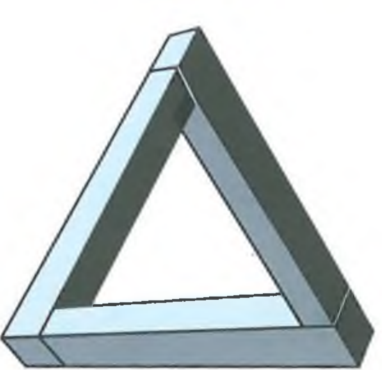
11 ▶
Слегка покачайте рисунок. Вы видите блики? Их не может быть!



◀ 12
На пересечении линий нет светлых пятнышек. Убедитесь в этом, закрыв белые поля.



13 ▶
Вроде бы это — обычный треугольник из трех брусков. Но всмотритесь: его невозможно сделать!





◀ 14
Сначала большинство людей видит на этом рисунке вазу, а затем — два профиля.

15 ▶
Переверните рисунок и убедитесь, что Минздрав насчет курения был прав!



ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

Воспроизведение (размножение) является одним из основных признаков жизни. В процессе воспроизведения клетки порождают новые клетки, а организм — новый организм.

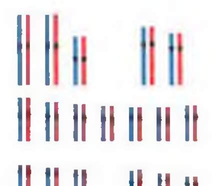
В основе воспроизведения лежит передача потомству *наследственной (генетической) информации*, закодированной в молекулах ДНК. Главным событием при этом является *удвоение ДНК* — процесс создания на матрице исходной молекулы ДНК ее абсолютно точной копии.

В клетках организма человека ДНК находится в основном в ядре, в составе нитевидных образований — *хромосом*. Каждая хромосома неделящейся клетки содержит одну молекулу ДНК. В ядрах всех клеток организма человека (кроме зрелых половых клеток) содержатся 23 пары хромосом (рис. 1). Обе хромосомы каждой пары содержат информацию об одних и тех же признаках организма (например, о цвете волос или о группе крови). При этом в одной из парных хромосом хранится информация об этих признаках, полученная от отца, в другой — от матери (синий и красный цвета на рис. 1). Таким образом, в большинстве клеток организма содержится двойной набор ДНК (обозначается $2n$).

Хромосомы 23-й пары называются половыми. У женщин обе эти хромосомы имеют одинаковое строение; они обозначаются латинской буквой *X*. У мужчин одна половая хромосома — такого же строения, как у женщин (*X*), а вторая — заметно меньше и устроена иначе. Она обозначается буквой *Y*.

Полный хромосомный набор клеток человеческого организма

1 ▼



ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ КЛЕТОК. МИТОЗ

Все клетки организма человека появляются на свет только в результате деления уже имеющихся клеток. Образовавшиеся при делении молодые клетки начинают расти и развиваться. Некоторые из них специализируются — приобретают особенности строения и жизнедеятельности, необходимые для выполнения каких-либо функций (например, нервные или мышечные клетки). Обычно такие клетки теряют способность к делению и, пройдя период активной жизни, стареют и погибают. Другие клетки заканчивают свое существование не гибелью, а делением и образованием двух новых клеток. Период от момента возникновения клетки до ее деления или естественной смерти называется *интерфазой*.

Основной способ деления большинства клеток называется *митозом*. В результате митоза из одной клетки образуются две дочерние, каждая из которых получает такой же хромосомный набор, а, следовательно, ту же наследственную информацию, которая имелась у материнской клетки. Поэтому клетки, образовавшиеся путем митоза, почти не отличаются от материнских. Интерфаза и митоз вместе составляют *митотический (жизненный) цикл клетки* (рис. 2, голубые стрелки).

Значение митоза чрезвычайно велико. Благодаря ему происходит увеличение количества клеток и рост организма, а также постоянное замещение старых клеток новыми в течение всей жизни человека. Ежесекундно в человеческом организме в процессах митоза образуется около миллиона новых клеток, что сопровождается синтезом примерно 1000 км (!) новой ДНК.

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ОРГАНИЗМА. МЕЙОЗ

Человеку, как и всем позвоночным, свойственно *половое размножение*. Главным признаком такого способа размножения у многоклеточных является образование мужских и женских половых клеток — *гамет*. Гаметы возникают в процессе особого типа деления клеток — *мейоза* (рис. 2, сиреневые стрелки). При мейозе из клетки, имеющей двойной набор хромосом ($2n$), образуются клетки с одинарным хромосомным набором (n).

При *оплодотворении* происходит слияние мужской и женской гамет, и образуется *зигота* — клетка, в которой восстанавливается двойной набор ДНК. Из зиготы развивается новый организм. Он сочетает в себе наследственную информацию от обоих родителей и заметно отличается от каждого из них.

РАЗДЕЛЬНОПОЛОСТЬ

Человеку, как и всем млекопитающим, свойственна *раздельнополость* — существование особей двух полов — мужского и женского — различающихся по целому ряду признаков.

Основой раздельнополости является различие в наборе половых хромосом: *XX* в женском организме и *XY* — в мужском. Наследственная информация, заключенная в половых хромосомах, определяет развитие *первичных половых признаков*, проявляющихся уже при рождении мальчика или девочки. К этим признакам относится строение *половых органов*, в первую очередь, *половых желез*, где образуются *половые клетки* и *половые гормоны*.

Под воздействием половых гормонов в период полового созревания развиваются *вторичные половые признаки* — все остальные особенности мужского и женского организмов: размеры и пропорции тела, характер роста волос, развитие молочных желез, тембр голоса и прочие.



ов жизни. В процессе
м.
ической) информации,
оение ДНК — процесс

видных образований —
ІК. В ядрах всех клеток
(рис. 1). Обе хромосомы
апример, о цвете волос
ция об этих признаках,
образом, в большинстве

т одинаковое строение;
акого же строения, как
квой *Y*.

ления уже имеющихся
иваться. Некоторые из
ости, необходимые для
но такие клетки теряют
гие клетки заканчивают
к. Период от момента
фазой.
митоза из одной клетки
бор, а, следовательно,
тки. Поэтому клетки,
итоз вместе составляют

личества клеток и рост
всей жизни человека.
ллиона новых клеток,

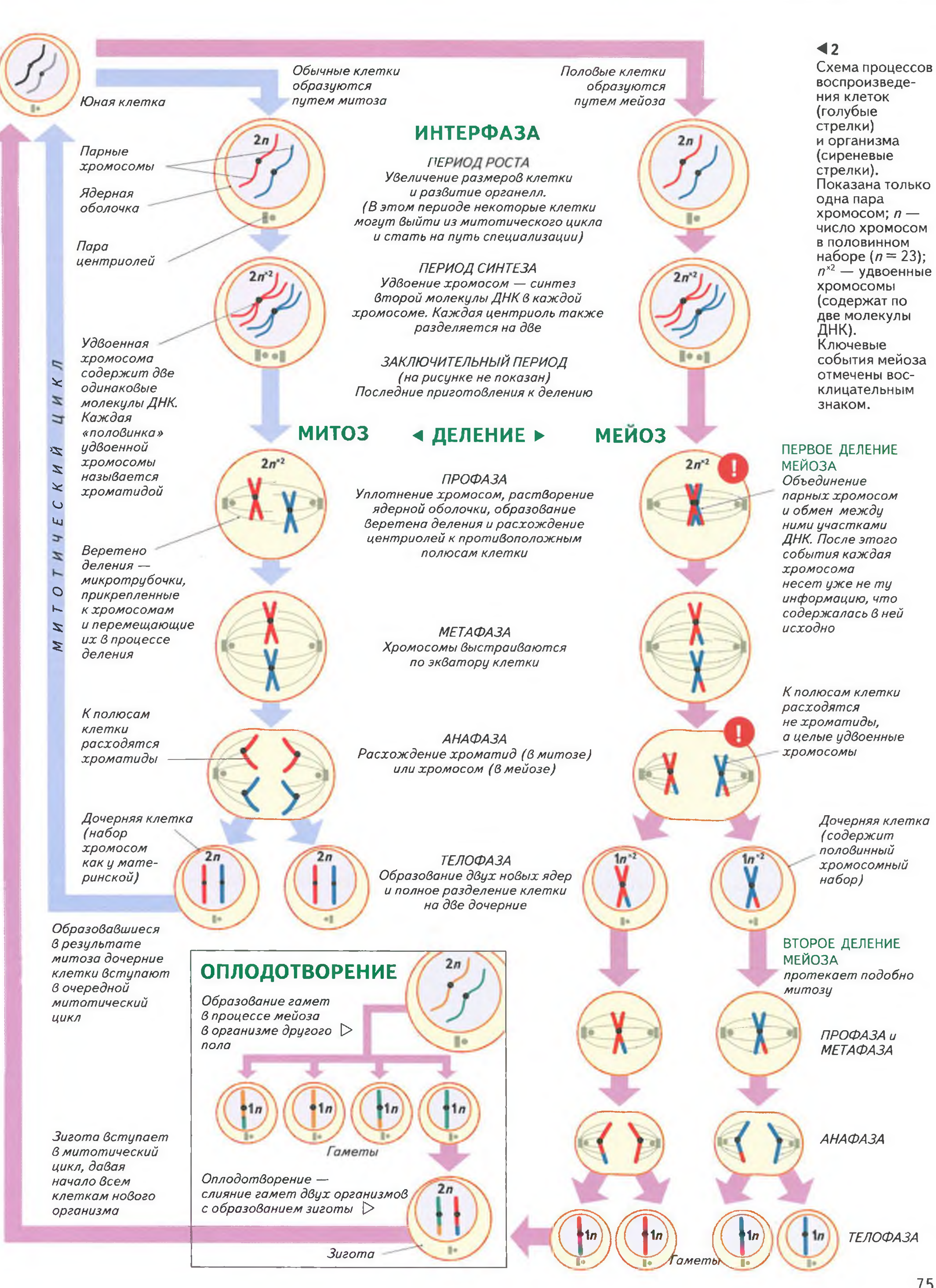
ізнаком такого способа
вых клеток — *гамет.*
реневые стрелки). При
нарным хромосомным

ся *зигота* — клетка, в
рганизм. Он сочетает в
ждого из них.

твование особей двух

в женском организме
мосомах, определяет
ка или девочки. К этим
елез, где образуются

вторичные половые
ры и пропорции тела,



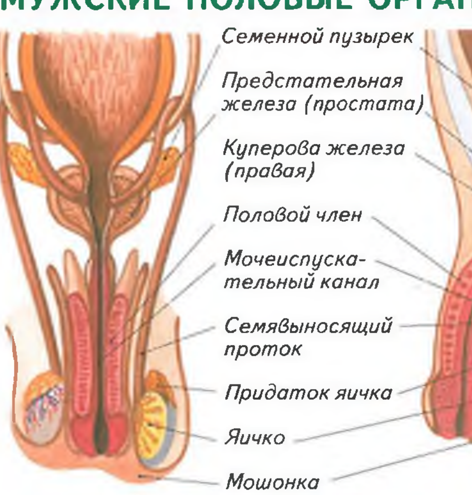
◄2
Схема процессов воспроизведения клеток (голубые стрелки) и организма (сиреневые стрелки). Показана только одна пара хромосом; n — число хромосом в половинном наборе ($n = 23$); $n^{\times 2}$ — удвоенные хромосомы (содержат по две молекулы ДНК). Ключевые события мейоза отмечены восклицательным знаком.



ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

● Половая система представлена половыми органами (у женщин — еще и молочными железами). К внутренним мужским половым органам относят яички (семенники), семявыносящие пути и добавочные железы (предстательная железа, семенные пузырьки и куперовы железы); к наружным мужским половым органам — половой член и мошонку. Внутренние женские половые органы — это яичники, маточные трубы, матка и влагалище; наружные женские половые органы — это клитор, а также большие и малые половые губы.

МУЖСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ 2▼



◀1

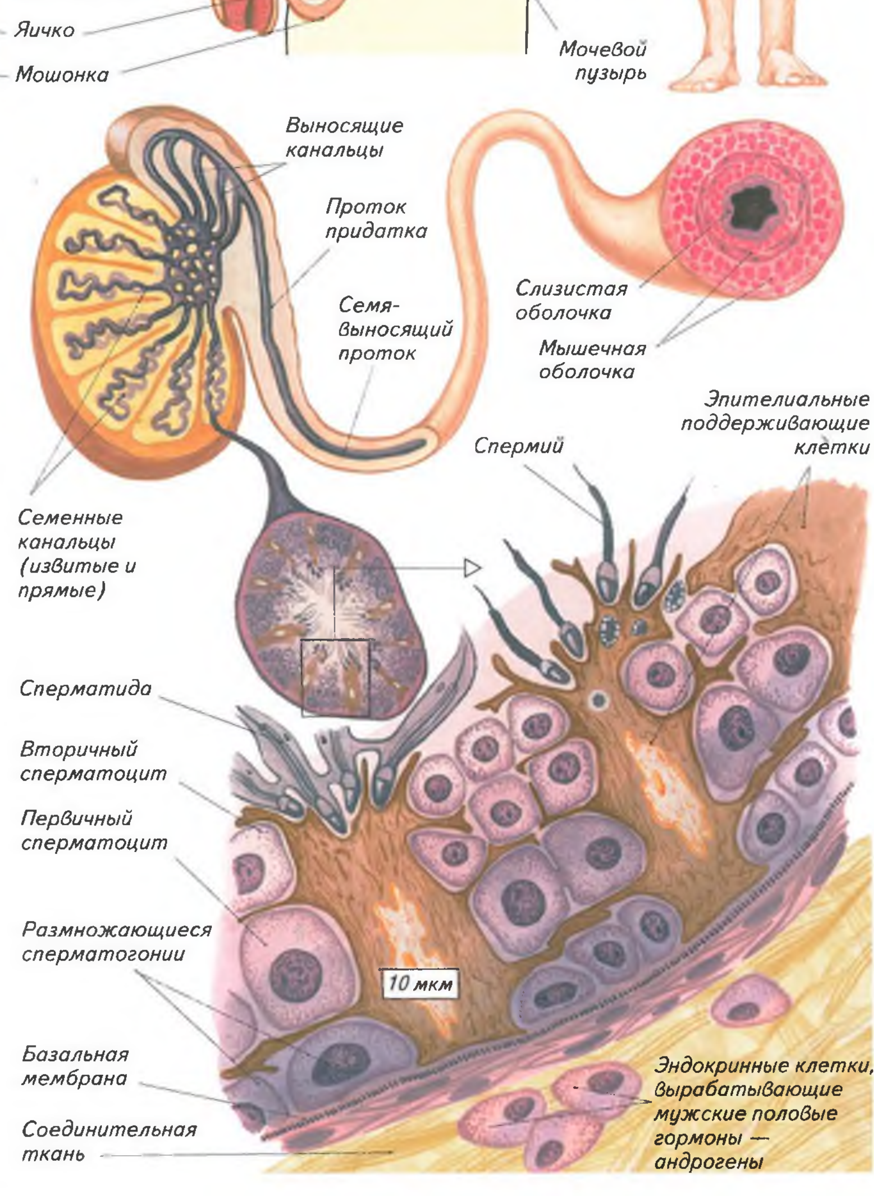
МУЖСКИЕ ВТОРИЧНЫЕ ПОЛОВЫЕ ПРИЗНАКИ

Для взрослого мужчины, по сравнению с женщиной, характерны: бо́льшие размеры тела, широкие плечи и узкий таз, большее развитие скелетной мышечной ткани, более грубая кожа, мужской тип развития волосяного покрова, крупная гортань и низкий голос.
В верхней части рисунка показан биологический символ мужского пола — щит и копье древнеримского бога войны Марса.

4▶

ЯИЧКО И СЕМЯВЫНОСЯЩИЕ ПУТИ

В яичках взрослого мужчины ежедневно образуется более 100 млн спермиев. Они накапливаются в начальных отделах семявыносящих путей.
При сокращении гладких мышц семявыносящих путей их содержимое поступает в мочеиспускательный канал. Здесь оно смешивается с секретами простаты и семенных пузырьков, создающими благоприятные условия жизни для спермиев.
В результате образуется сперма, которая выбрасывается из мочеиспускательного канала.





ОБРАЗОВАНИЕ МУЖСКИХ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

(в клетках показаны только хромосомы)

3▼

СПЕРМАТОГОНИИ размножаются путем митоза в течение всего зрелого возраста мужчины. Некоторое их число постоянно вступает в мейоз

ПЕРВИЧНЫЙ СПЕРМАТОЦИТ образуется из сперматогонии в процессе первого деления мейоза

ВТОРИЧНЫЙ СПЕРМАТОЦИТ

СПЕРМАТИДА

СПЕРМИЙ (сперматозоид) зрелая мужская гамета

ПЕРВОЕ ДЕЛЕНИЕ МЕЙОЗА

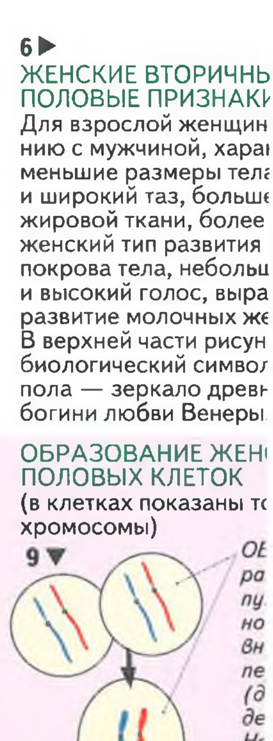
ВТОРОЕ ДЕЛЕНИЕ МЕЙОЗА

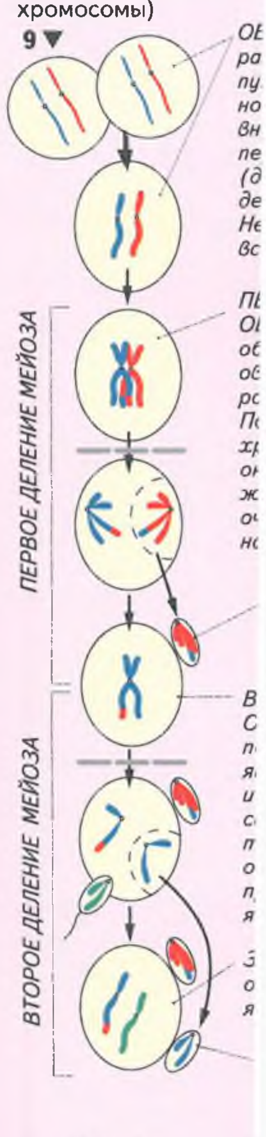
5▶

Строение спермия (вид с двух сторон)

Головка (содержит ядро)

Хвост (благодаря его подвижности спермий активно перемещается в женских половых путях)

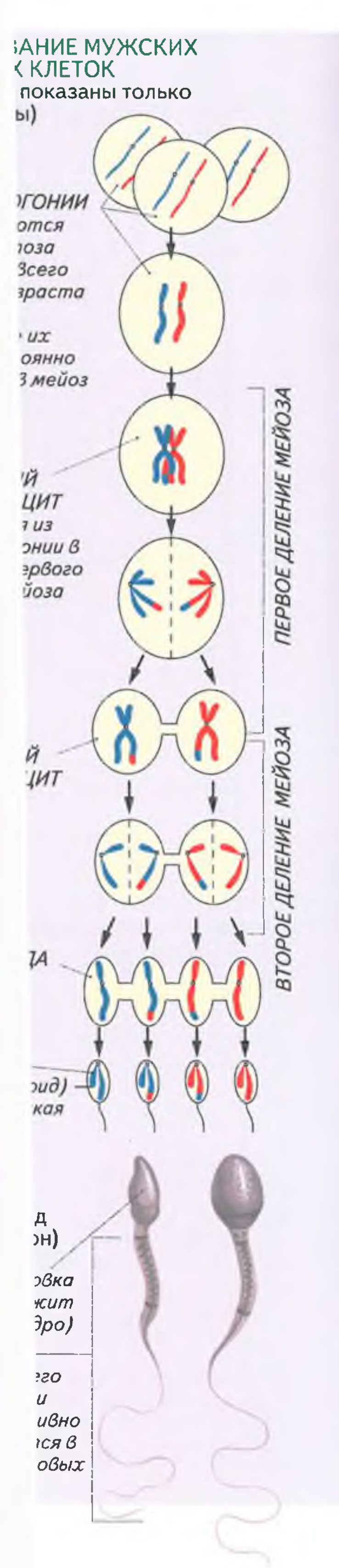






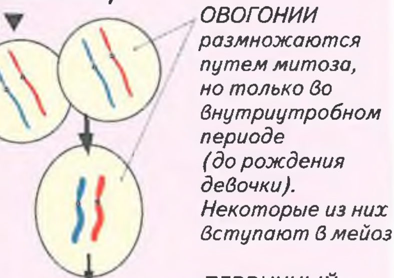
Е ВТОРИЧНЫЕ
Е ПРИЗНАКИ
:лого мужчины,
нию с женщиной,
ны: большие размеры тела,
плечи и узкий таз, большее
скелетной мышечной
нее грубая кожа, мужской
тия волосяного покрова,
ортань и низкий голос.
части рисунка показан
еский символ мужского
ит и копье древнеримского
ы Марса.

АНИЕ МУЖСКИХ
К КЛЕТОК
показаны только
ы)



6 ▶ ЖЕНСКИЕ ВТОРИЧНЫЕ ПОЛОВЫЕ ПРИЗНАКИ

Для взрослой женщины, по сравнению с мужчиной, характерны: меньшие размеры тела, узкие плечи и широкий таз, большее развитие жировой ткани, более нежная кожа, женский тип развития волосяного покрова тела, небольшая гортань и высокий голос, выраженное развитие молочных желез. В верхней части рисунка показан биологический символ женского пола — зеркало древнеримской богини любви Венеры.



ОБРАЗОВАНИЕ ЖЕНСКИХ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

(в клетках показаны только хромосомы)

9 ▼

ОВОГОНИИ размножаются путем митоза, но только во внутриутробном периоде (до рождения девочки). Некоторые из них вступают в мейоз

ПЕРВИЧНЫЙ ОВОЦИТ — образуется из овогонии еще до рождения. После удвоения хромосом он много лет ждет своей очереди на созревание

Первое полярное тельце

ВТОРИЧНЫЙ ОВОЦИТ — покидает яичник и завершает свое деление только при оплодотворении, превращаясь в яйцеклетку

ЗИГОТА — оплодотворенная яйцеклетка

Второе полярное тельце

ПЕРВОЕ ДЕЛЕНИЕ МЕЙОЗА

ВТОРОЕ ДЕЛЕНИЕ МЕЙОЗА

◀ 11 Процесс оплодотворения.



7 ▶ МОЛОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

Молочные железы представляют собой видоизмененные потовые железы особого типа. Молочная железа состоит из нескольких мелких желез, которые в период грудного вскармливания ребенка осуществляют лактацию — выработку грудного молока. Концевые отделы этих желез содержат гладкомышечные клетки, сокращение которых приводит к выделению молока из соска.

Концевые отделы желез, формирующие дольки (у некормящей женщины отсутствуют)

Выводные протоки желез (открываются на соске)

Сосок

Жировые прослойки

ЖЕНСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ 8 ▼

Яичник

Маточная труба

Матка

Влагалище

Клитор

Малая половая губа

Большая половая губа

Прямая кишка

Мочевой пузырь

Мочеиспускательный канал

Овуляция — выход овоцита из яичника

Оплодотворение

МАТОЧНАЯ ТРУБА ▷

Вторичный овоцит

Желтое тело

Ампула

СТЕНКА МАТКИ ▷

Слизистая оболочка

Мышечная оболочка

Наружная оболочка

Воронка с бахромкой

Первичные овоциты

△ *ПРОЦЕСС СОЗРЕВАНИЯ ОВОЦИТА В ЯИЧНИКЕ*

ЗРЕЛЫЙ ФОЛЛИКУЛ ▷

ЖЕЛТОЕ ТЕЛО ▽

Первичный овоцит

Полость фолликула с жидкостью

0,5 см

Эпителиальные клетки

Базальная мембрана

Соединительнотканная оболочка

Клетки, вырабатывающие женские половые гормоны — эстрогены

Клетки, вырабатывающие гормон желтого тела — прогестерон

◀ 10 ЯИЧНИК, МАТКА И МАТОЧНАЯ ТРУБА

От рождения в яичниках находится около 300 тыс. мельчайших пузырьков — фолликулов. Каждый из них содержит один овоцит в окружении эпителиальных клеток. В детородном возрасте овоциты поочередно созревают. При овуляции созревший овоцит выходит из яичника и начинает продвигаться по маточной трубе благодаря ее сокращениям и движению ресничек ее эпителия. Именно в маточной трубе обычно происходит оплодотворение. Фолликул после овуляции превращается в желтое тело.

ЖЕНСКИЙ ПОЛОВОЙ ЦИКЛ

Примерно раз в месяц в яичнике созревает очередной овоцит, что сопровождается циклическими изменениями структуры яичника и слизистой оболочки матки — менструально-яичниковый цикл. Этот цикл прерывается при наступлении периода беременности. После родов следует период лактации — вскармливания ребенка грудным молоком. Еще до окончания периода лактации менструально-яичниковый цикл обычно восстанавливается и может наступить следующая беременность.

Оплодотворение

БЕРЕМЕННОСТЬ (9 мес)

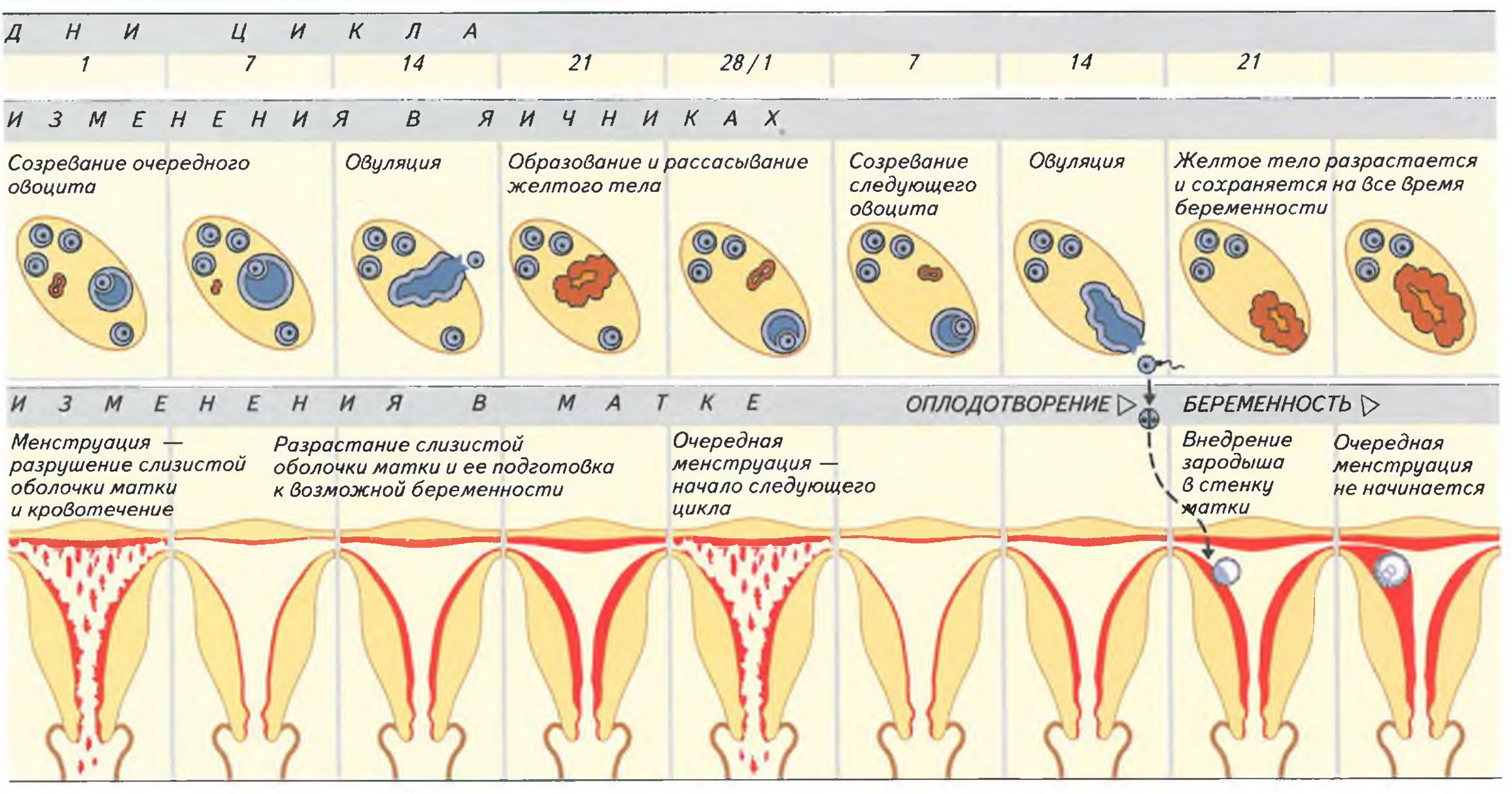
МЕНСТРУАЛЬНО-ЯИЧНИКОВЫЙ ЦИКЛ (около 1 мес)

Роды

ЛАКТАЦИЯ (около 12 мес)

1 ▶ Схема женского полового цикла

МЕНСТРУАЛЬНО-ЯИЧНИКОВЫЙ ЦИКЛ



ПЕРВАЯ НЕДЕЛЯ НОВОЙ ЖИЗНИ



2 ▶ ПОНЕДЕЛЬНИК

НАЧАЛО ОПЛОДОТВОРЕНИЯ ▷



ОБРАЗОВАНИЕ ЗИГОТЫ ▷

Овоцит завершает деление, и его ядро сливается с ядром спермия. Так из двух гамет образуется зигота — одноклеточный зародыш

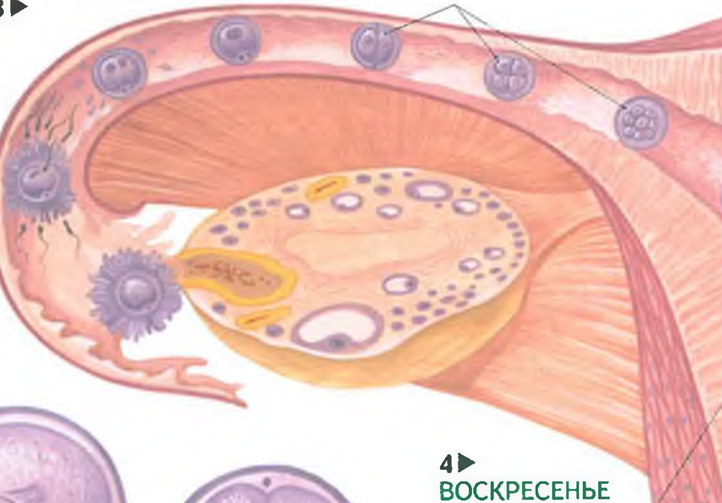
Полярные тельца

△ ПЕРВОЕ ДЕЛЕНИЕ ДРОБЛЕНИЯ ЗИГОТЫ

ВТОРНИК — ПЯТНИЦА

3 ▶

ДРОБЛЕНИЕ — зародыш делится, продвигаясь к матке за счет волнообразных сокращений гладких мышц и мерцания ресничек эпителия маточной трубы



4 ▶ ВОСКРЕСЕНЬЕ

ИМПЛАНТАЦИЯ — внедрение зародыша в стенку матки (начинается на 7-й день от оплодотворения)

БЕРЕМЕННОСТЬ

5 ▶ Плод, плацента и плодные оболочки в матке в конце беременности

ПЛАЦЕНТА

ПУПОВИНА

ПЛОД

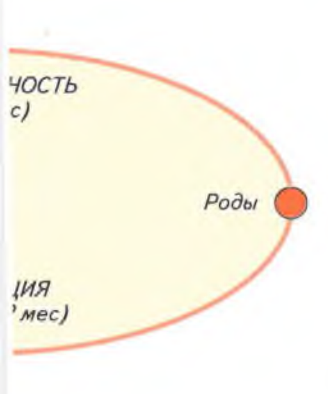


Отпадающая оболочка (часть слизистой оболочки матки)

5а ▶ ПЛАЦЕНТА — временный орган, образованный материнскими и плодными тканями. Через плаценту между организмами матери и плода осуществляется обмен веществ (показан белыми стрелками).

РОДЫ

7 ▶ Роды — это изгнание из матки зрелого плода, плаценты и плодных оболочек. Необходимые для этого силы создаются за счет схваток (сокращений мышц матки) и потуг (сокращений мышц брюшного пресса). Роды длятся у первородящих около 14 часов, а у повторнородящих — около 7 часов.



21

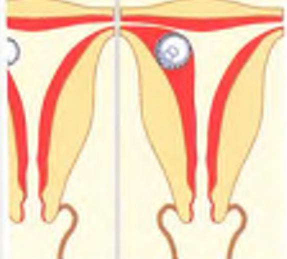
тое тело разрастается
храняется на все время
еменности




ЕМЕННОСТЬ ▷

Зрение
одыша
енку
ки

Очередная
менструация
не начинается



продвигаясь к матке
й гладких мышц и
очной трубы



ЬЕ

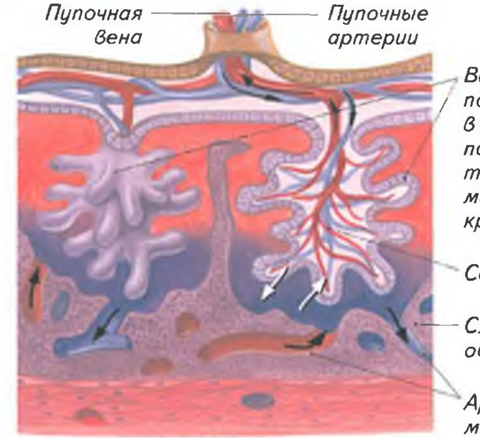
ія —
одыша
ки
на 7-й
отво-

БЕРЕМЕННОСТЬ

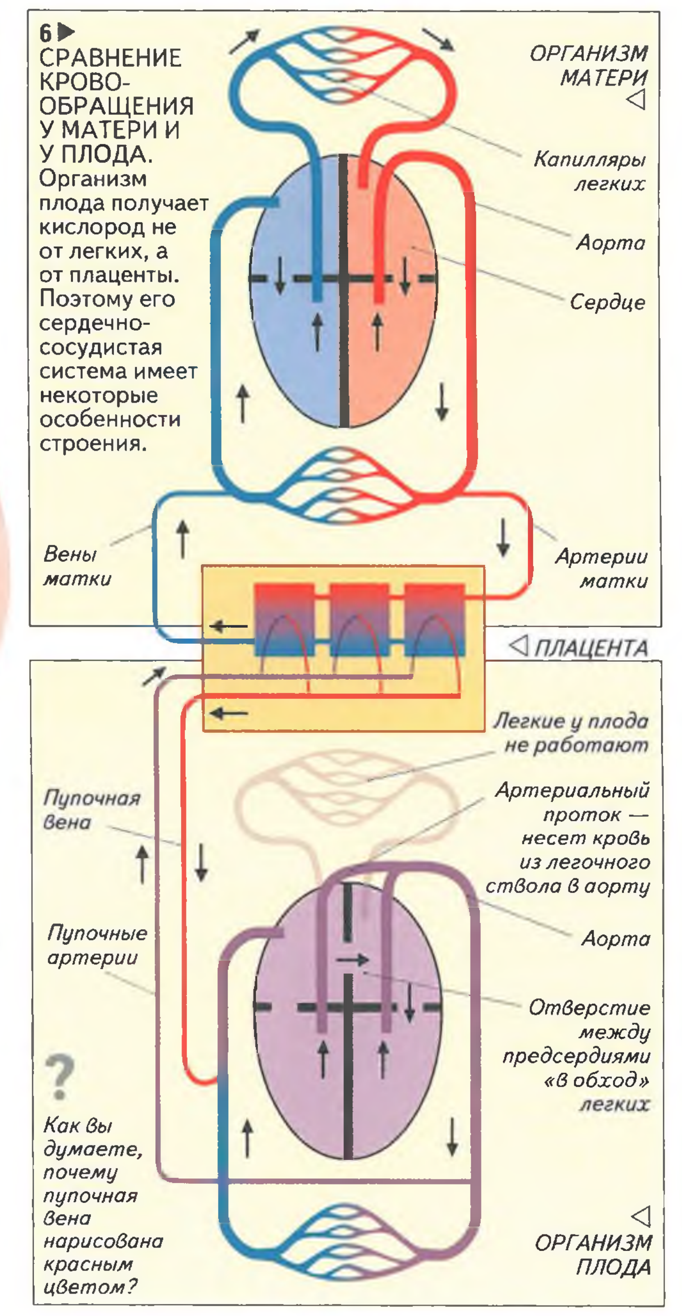
5 ▶
Плод, плацента и плодные оболочки в матке в конце беременности



5а ▶
ПЛАЦЕНТА — временный орган, образованный материнскими и плодными тканями. Через плаценту между организмами матери и плода осуществляется обмен веществ (показан белыми стрелками).



6 ▶
СРАВНЕНИЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ У МАТЕРИ И У ПЛОДА.
Организм плода получает кислород не от легких, а от плаценты. Поэтому его сердечно-сосудистая система имеет некоторые особенности строения.



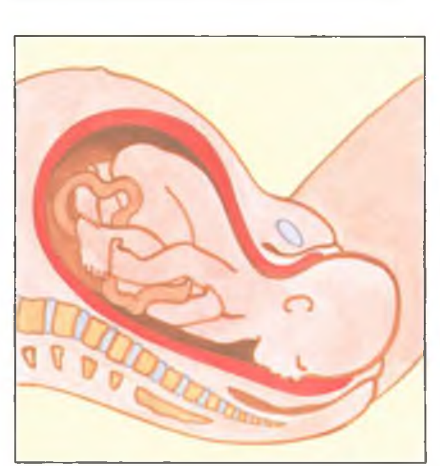
РОДЫ

7 ▶
Роды — это изгнание из матки зрелого плода, плаценты и плодных оболочек. Необходимые для этого силы создаются за счет схваток (сокращений мышц матки) и потуг (сокращений мышц брюшного пресса). Роды длятся у первородящих около 14 часов, а у повторнородящих — около 7 часов.

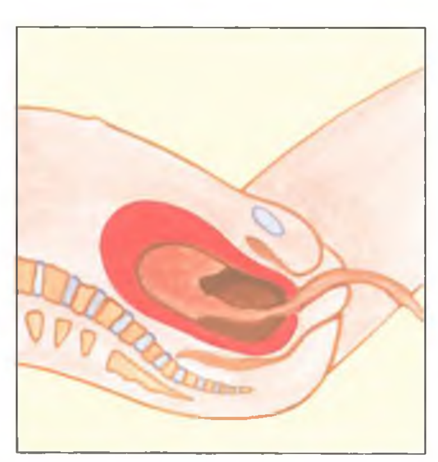
ПЕРВЫЙ ПЕРИОД РОДОВ (7–12 ч)
Возникают периодические схватки (сначала по 15 с каждые 15 мин, а в конце — по 1 мин через 1 минуту). Под давлением околоплодных вод образуется плодный пузырь, который растягивает шейку матки. В конце периода он разрывается, и часть околоплодных вод изливается наружу



ВТОРОЙ ПЕРИОД РОДОВ (20–40 мин)
К схваткам присоединяются потуги. Под действием мышечного усилия плод продвигается по влагалищу, обычно головкой вперед. После рождения ребенок начинает дышать, пуповина становится не нужна и ее перевязывают, а затем перерезают



ТРЕТИЙ ПЕРИОД РОДОВ (5–20 мин)
Происходит рождение плаценты с пуповиной и плодных оболочек. При этом из половых путей вытекает около 200 мл крови, которая выделяется из слизистой оболочки матки после отсоединения плаценты и отпадающей оболочки



Содержание

Учебное издание

Серия «Линия жизни»

Барабанов Сергей Викторович

БИОЛОГИЯ
ЧЕЛОВЕК

Пособие для учащихся

Зав. редакцией Е. К. Липкина
Редактор З. Г. Гапонюк
Корректор Е. Г. Никитина

Отпечатано с готовых диапозитивов издательства «ЧеРо-на-Неве».
192239, Санкт-Петербург, Альпийский пер., д. 9, корп. 3

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93—953000. Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать с оригинал-макета 20.03.06. Формат $60\times90^1/_8$. Бумага мелованная. Гарнитура Букварная. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 12,49. Тираж 10 000 экз. Заказ № 3119.

Открытое акционерное общество «Издательство «Просвещение».
127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, д. 41

Отпечатано в ОАО «Тверской ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат детской литературы им. 50-летия СССР». 170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, 46.

